COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1870.

PRÉSIDENCE DE M. LIOUVILLE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le crésol solide; par* **M. AD. WURTZ.**

« J'ai fait connaître, il y a quelque temps, en même temps que MM. Kekulé et Dusart, un procédé propre à convertir les carbures d'hydrogène aromatique en phénols. Ce procédé consiste à traiter les carbures par l'acide sulfurique, et à décomposer par un excès de potasse les acides sulfoconjugués ainsi produits. M. Barth ayant essayé récemment (1) de convertir le toluène en crésol, à l'aide de ce procédé, n'a obtenu qu'un faible rendement, et a observé la formation des acides salicylique et paroxybenzoïque par l'action de la potasse sur le crésylsulfite. Ayant répété, dans le cours de l'hiver dernier, mes premières expériences à ce sujet, j'ai constaté les faits suivants.

» 300 grammes de toluène ont été convertis en acide crésylsulfureux. Le crésylsulfite de potasse a été fondu dans une bassine d'argent avec un mélange de potasse et de soude. Le produit fondu, décomposé par l'acide chlorhydrique, a fourni 200 grammes d'un crésol brut bouillant au-dessus de 190 degrés, et dont la plus grande partie a passé de 198 à 204 degrés.

(1) *Deutsche chemische Gesellschaft*, t. II, p. 525 (1869).

Cette dernière portion ayant été exposée à une basse température a laissé déposer une masse solide. Celle-ci a été fortement comprimée entre des doubles de papier. La masse solide et cristalline ainsi obtenue a été arrosée d'une petite quantité d'éther, et comprimée de nouveau. Il est resté un produit cristallin, d'un blanc éclatant, doué d'une forte odeur de phénol: c'est le crésol solide (1). Ce corps fond à 34°,5, et présente à un haut degré le phénomène de la surfusion. Il suffit de toucher le crésol surfondu avec une parcelle de crésol solide, pour que le tout se prenne immédiatement, avec dégagement de chaleur, en une masse cristalline rayonnée. Le crésol dont il s'agit bout de 201°,5 à 202 degrés, sous la pression de 758 millimètres.

» Ces expériences s'accordent avec celles qu'ont publiées récemment MM. Engelhardt et Latschinow (2), qui ont obtenu deux crésols isomériques, l'un liquide, l'autre solide, en décomposant par la potasse deux acides crésylsulfureux isomériques. J'ai pu confirmer l'observation de M. Barth, concernant la formation d'une petite quantité d'acide salicylique et paroxybenzoïque dans cette réaction. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les ouvrages présentés à l'Académie, le volume intitulé : *First report of the commissioners appointed in* 1868 *to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers.*

Ce document important renferme, entre autres pièces, deux chapitres consacrés : l'un, à donner la mesure de la purification spontanée, par l'air, des eaux de fleuve ou de rivière souillées par les égouts d'une ville; l'autre, à résumer, au point de vue de l'hygiène, le résultat des observations faites dans le voisinage des terrains irrigués par les eaux d'égouts.

Les expériences et les observations sur ces deux points ayant été effectuées sous la direction de *M. Frankland*, se recommandent de toute l'autorité scientifique et pratique de l'éminent Correspondant de l'Académie à l'attention des municipalités.

Nous en extrayons quelques passages :

« On a souvent dit, mais, autant que nous pouvons en juger, sans au-

(1) Analyse :

	Expérience.	Théorie.
C..............	77,36	77,77
H..............	7,53	7,40

(2) *Zeitschrift für Chemie*, nouvelle série, t. V, p. 615 (1869).

cune preuve, que les matières organiques contenues dans le *sewage* (1) et dans d'autres liquides souillés s'oxydent rapidement pendant la marche de la rivière dans laquelle de semblables matières sont déversées. On a affirmé (*Rapports de la Commission royale des distributions d'eau*, p. LXXIX) que, si du *sewage* est mêlé à vingt fois son volume d'eau de rivière, les matières organiques qu'il contient s'oxydent et disparaissent complétement pendant que la rivière coule en parcourant une douzaine de milles environ. Nous avons pensé qu'il serait très-fâcheux qu'un sujet d'une importance capitale restât plus longtemps sans être approfondi, et nous avons résolu de le soumettre à une investigation expérimentale soignée. Une occasion très-favorable pour la solution de cet important problème se présenta pendant notre visite d'hiver aux bassins du Mersey et du Ribble.

» La rivière Mersey, après avoir reçu les produits de plusieurs villes et manufactures au-dessus du pont de Stretford-Road, parcourt 13 milles depuis ce pont jusqu'à sa jonction avec l'Irwell, sans rencontrer aucune nouvelle source d'impureté, quoique son volume soit un peu augmenté par quelques affluents d'eau pure. La rivière Irwell, après avoir dépassé Manchester, tombe sur un barrage à Throstlenest, et coule pendant 11 milles avant de se réunir au Mersey, sans recevoir de nouvelle infection matérielle et en s'adjoignant seulement quelques affluents sans importance, mais non souillés. Enfin la rivière Darwen, qui est très-altérée par le *sewage* de Over-Darwen, de Lower-Darwen et de Blackburn, se joint au Blakewater juste au-dessous de cette dernière ville, et parcourt alors 13 milles pour se rapprocher de sa jonction avec le Ribble à Walton-le-Dale sans recevoir de nouvelle souillure, quoique son volume soit plus que doublé dans cette partie de son cours par l'accession de la rivière Roddlesworth, du ruisseau de Alum-House et de plusieurs petits affluents qui sont tous très-purs.

» Nous prîmes des échantillons de l'eau à l'origine et au bout du parcours de ces rivières aux endroits indiqués, c'est-à-dire : 1° la Mersey au pont de Stratford-Road, et juste avant son point de jonction avec l'Irwell; 2° l'Irwell au moment de sa chute au barrage de Throstlenest, et juste avant sa jonction avec le Mersey; des échantillons semblables de cette rivière furent également pris pendant les mois de mai et de juin suivants; 3° le Darwen, un tiers de mille au-dessous de sa jonction avec le Blakewater, et à 50 milles au-dessus du pont de Walton-le-Dale. Le résultat des analyses de ces échantillons est contenu dans le tableau suivant :

(1) On désigne en Angleterre, sous le nom de *sewage*, l'eau d'égout chargée de toutes les déjections d'une ville, reçue et rejetée par le cloaque final.

Effets du courant sur les rivières souillées; résultats des analyses exprimés en parties pour 100 000.

EAUX ANALYSÉES.	TOTAL des matières solides en solution.	CARBONE organique.	AZOTE organique.	AMMONIAQUE.	AZOTE à l'état de nitrates et de nitrites.	TOTAL des azotes combinés.	CHLORE.	MATIÈRES en suspension. Minérales.	Organiques.	Totales.	TEMPÉRATURE de l'eau.
(1) Irwell au barrage de Throstlenest, 12 mars 1869.........	44,6	2,104	0,248	0,230	//	0,437	7,4	1,84	0,96	2,80	6°,2C.
(1) Irwell à sa jonction avec le Mersey, 12 mars 1869.........	43,1	2,009	0,304	0,338	//	0,582	6,8	0,96	0,48	1,44	6,8C.
Irwell au barrage de Throstlenest, 13 mai 1869.........	39,1	2,156	0,238	0,140	//	0,353	4,9	1,18	1,86	3,04	12,2C.
Irwell à sa jonction avec le Mersey, 13 mai 1869.........	43,0	2,374	0,210	0,250	//	0,416	6,4	1,88	2,40	4,28	13,3C.
Irwell au barrage de Throstlenest, 11 juin 1869, 8h30m...	63,5	2,134	0,239	0,375	//	0,548	13,0	2,66	2,72	5,38	17,8C.
Irwell à sa jonction avec le Mersey, 11 juin 1869, 6h10m...	61,5	1,502	0,241	0,413	//	0,581	12,9	2,28	1,88	4,16	17,8C.
Mersey au pont de Stratfordroad, 12 mars 1869.........	19,8	0,720	0,095	0,066	0,022	0,171	2,3	0,94	0,30	1,24	4,3C.
Mersey à sa jonction avec l'Irwell, 12 mars 1869.........	22,8	0,570	0,078	0,043	0,019	0,132	2,5	0,84	0,26	1,10	4,8C.
Darwen après sa jonction avec Blakerwater, 10 mars 1869.	41,5	2,127	0,295	0,219	//	0,475	3,6	1,78	1,78	3,56	10,7C.
Darwen à Walton-le-Dale, 10 mars 1869.........	33,0	1,289	0,141	0,137	0,045	0,299	2,9	0,62	0,18	0,80	6,8C.

(1) Entre les deux points sur lesquels les échantillons ont été pris, l'eau de l'Irwell est abondamment aérée par sa chute sur six barrages qui forment une hauteur totale de $34\frac{1}{2}$ pieds. Après chaque chute, la rivière est couverte d'écume pendant une longueur de plusieurs centaines de yards.

» Ces chiffres ne doivent pas être interprétés d'une manière trop stricte, car il est évident qu'il doit y avoir une grande variation dans la proportion des différentes parties qui constituent l'eau de rivière, puisée au même endroit, mais fortement chargée de produits corrompus comme la plupart de celles sur lesquelles portent nos expériences. Il est impossible de suivre pendant plusieurs milles la même masse d'eau suivant le cours d'une rivière, parce que les différentes parties d'un cours d'eau se meuvent avec des rapidités diverses dans la même section transversale. Une certaine masse d'eau incluse entre deux sections transversales d'une rivière ne peut donc pas conserver son identité pendant un long parcours. On ne peut affirmer que les échantillons d'eau puisée dans l'Irwell, à sa jonction avec le Mersey, ou au moment de sa chute sur le barrage de Trostlenest, soient absolument comparables. L'intervention de quelques affluents d'eau pure dans ces rivières entre les points où les échantillons ont été puisés, est une autre cause d'erreur. Cette quantité est presque insignifiante dans l'Irwell, elle est considérable dans le Mersey, et oblige à une rectification à l'égard du Darwen dont le volume est plus que doublé par l'addition de l'eau pure de ses affluents entre les deux points où les échantillons ont été puisés.

» Malgré ces complications, les analyses dont les résultats sont donnés plus haut expriment l'effet produit, par un parcours de 11 à 13 milles, pour l'amélioration d'une rivière souillée. Elles montrent d'abord que, quand la température n'excède pas 17°,8 C. (64 Fahr.), ce parcours ne produit que peu d'effet sur les matières organiques dissoutes dans l'eau. En ne faisant aucune correction pour les affluents d'eau pure qui se joignent à l'Irwell et au Mersey, et en considérant le volume du Darwen entre les points où les échantillons ont été puisés, comme étant doublé par l'arrivée d'une eau contenant la proportion de carbone organique et d'azote qui se trouve dans le Ribble avant sa jonction avec les eaux du Darwen, nous constatons les diminutions suivantes sur les quantités primitives de ces matières dans les cinq expériences sus-énoncées :

	Éléments de la matière organique disparus dans 100000 parties d'eau.	
	Carbone.	Azote.
Irwell, après un parcours de 11 milles à la température de 6°,2 à 6°,8 C.	0,095	»
Irwel, après un parcours de 11 milles à la température de 12°,2 à 12°,3 C.	»	0,028
Irwell, après un parcours de 11 milles à la température de 17°,8 C.	0,632	»
Mersey, après un parcours de 13 milles à la température de 4°,3 à 4°,8 C.	0,150	0,017
Darwen, après un parcours de 13 milles à la température de 6°,8 a 10°,7 C.	»	0,039

» Pour se mettre à l'abri des éléments d'incertitude introduits dans ces expériences par la variation de la composition des eaux de rivière à différentes heures du jour, on a procédé par une épreuve directe. On a mêlé un volume de *sewage* de Londres avec neuf volumes d'eau. L'analyse a fait connaître que ce mélange contenait, dans 100000 parties, 0,267 parties de carbone organique et 0,081 parties d'azote organique. On l'a ensuite agité tous les jours, et exposé à l'air libre et à la lumière, en le faisant passer par un siphon d'un vase dans un autre, de manière à le faire tomber chaque fois en un mince filet d'eau, à travers 3 pieds d'air. Après quatre-vingt-seize heures, cette eau contenait encore, sur 100000 parties, 0,250 parties de carbone organique et 0,058 parties d'azote organique, et même, après cent quatre-vingt-douze heures, c'est-à-dire huit jours entiers, la matière organique non décomposée contenait encore 0,200 parties de carbone organique et 0,054 parties d'azote organique. La température de l'air pendant cette expérience était à environ 20 degrés C. Ces résultats indiquent approximativement l'effet qui serait produit sur une rivière contenant 10 pour 100 de *sewage*, parcourant 96 et 192 milles avec la rapidité de 1 mille par heure. Cet effet serait exprimé ainsi :

	Sur 100 000 parties d'eau.	
	Carbone organique.	Azote organique.
Destruction des matières organiques :		
Pendant un parcours de 96 milles avec la rapidité de 1 mille (1609 mètres) par heure.	0,017	0,023
Pendant un parcours de 192 milles avec la rapidité de 1 mille (1609 mètres) par heure (1)	0,067	0,027

» L'examen des gaz dissous dans l'eau contenant des matières organiques en solution vient confirmer les résultats des expériences précédentes. L'oxydation des matières organiques s'effectue principalement, sinon exclusivement, par l'oxygène atmosphérique dissous dans l'eau. Cet oxygène est bien connu comme étant chimiquement beaucoup plus actif que l'oxygène gazeux de l'air. En conséquence, si de l'eau salie par des matières organiques est mise à l'abri de l'air dans un flacon soigneusement bouché, la diminution graduelle de la quantité de l'oxygène en dissolution indiquera exactement le progrès de l'oxydation des matières organiques.

» Nous avons fait cette expérience en mêlant de l'eau de la *Grand junction Company* de la Tamise avec 5 pour 100 de *sewage* frais de Londres. Le car-

(1) Un parcours de 300 kilomètres ne suffit donc pas pour produire la purification d'une eau souillée.

bone organique, l'azote organique et l'oxygène dissous furent immédiatement déterminés dans une portion du mélange, et le reste fut enfermé dans une série de bouteilles bien bouchées, qui furent exposées à la lumière diffuse du jour et maintenues à une température d'environ 17 degrés C. Toutes les vingt-quatre heures, on ouvrit l'une de ces bouteilles, et l'on détermina le poids de l'oxygène dissous contenu dans l'eau.

Rapidité de l'oxydation du sewage *dans l'eau.*

Poids de l'oxygène dissous dans 100 000 parties d'eau						
immédiatement après le mélange.	24 heures après.	48 heures après.	96 heures après.	120 heures après.	144 heures après.	168 heures après.
0,946	0,803	0,616	0,315	0,201	0,080	0,036

» Immédiatement après le mélange, l'eau souillée par le *sewage* contenait 2,099 parties de carbone organique et 0,207 parties d'azote organique sur 100 000 parties.

» Ces nombres prouvent que, même par une température élevée, l'oxydation de la matière organique animale du *sewage* a lieu très-lentement. En admettant que, pour la destruction de la matière organique, le carbone seul ait besoin d'être oxydé (3 de carbone exigeant 8 d'oxygène), le *sewage* détruit dans chacune des périodes précédentes serait, pour 100, ainsi qu'il suit :

			Quantité de *sewage* détruit pour 100.
1re période		de 24 heures	6,8
2e	»	de 24 heures	8,9
3e	»	de 48 heures	14,3
4e	»	de 24 heures	5,4
5e	»	de 24 heures	5,8
6e	»	de 24 heures	2,1
			42,3

» Jusqu'au sixième jour (5e période), l'oxydation s'est produite avec une rapidité assez régulière, quoiqu'un peu ralentie; la quantité d'oxygène en solution s'était réduite considérablement, ce qui diminuait la rapidité de l'oxydation pendant les vingt-quatre dernières heures de l'expérience. Si l'eau souillée avait été constamment exposée à l'air, une partie de l'oxygène aurait été remplacée, mais, en supposant même que l'oxydation eût continué pendant cent soixante-huit heures avec la rapidité maximum, il y aurait eu seulement 62,3 pour 100 de *sewage* brûlé.

» Il est donc évident que l'oxydation du *sewage* mêlé avec vingt fois son volume d'eau serait loin de pouvoir s'accomplir pendant le parcours de

10 à 12 milles et que les deux tiers se trouveraient à peine détruits après un parcours de 168 milles, à la rapidité de 1 mille à l'heure. Ce résultat lui-même n'a été obtenu que par une série de suppositions toutes grandement en faveur de l'efficacité de la marche de l'oxydation. Ainsi, on suppose que les 62,3 parties pour 100 de *sewage* sont complétement oxydées et converties en matière inorganique inoffensive, mais les expériences ont montré qu'en fait, aucune partie du *sewage* n'était transformée de cette manière ni détruite dans l'espace d'une semaine, la quantité d'acide carbonique dissous dans l'eau demeurant constante pendant toute la durée de l'expérience. Si le *sewage* avait été converti en composé inorganique, l'acide carbonique aurait augmenté.

» Ainsi, soit que nous examinions la dose de souillure organique d'une rivière à différents endroits de son cours, ou la rapidité avec laquelle disparaît la matière organique du *sewage*, quand celui-ci est mêlé avec de l'eau pure et violemment agité au contact de l'air, ou enfin la rapidité avec laquelle l'oxygène dissous disparaît dans l'eau souillée par 5 pour 100 de *sewage*, nous sommes conduits, dans tous les cas, à cette conclusion inévitable : « que l'oxydation de la matière organique marche très-lentement, » même quand le *sewage* est mêlé avec une grande proportion d'eau pure, » et qu'il est impossible de déterminer la distance que cette eau peut par- » courir avant que la matière organique soit complétement oxydée. »

» On peut affirmer avec certitude qu'il n'y a pas, dans tout le Royaume-Uni, de rivière assez longue pour effectuer la destruction du *sewage* par l'oxydation spontanée.

» Les sens eux-mêmes se rendent compte de l'insuffisance d'un parcours de 10 à 12 milles pour purifier une eau souillée. Nous en avons fait l'expérience dans le cas du Mersey et du Ribble. Et le même état de choses se produisait sur la rivière Bollin, souillée par les égouts de Macclesfield. M. James Wright, propriétaire, résidant à 10 kilomètres au-dessous de Macclesfield, dit que cette rivière, qui traverse ses terres, est noire comme l'encre et très-désagréable, surtout par les temps de sécheresse. MM. Robert Greg et Cie, de Handforth, portent les mêmes plaintes sur la même rivière, quoiqu'ils se trouvent à 16 kilomètres au-dessous de Macclesfield.

» Cependant, quoique la marche d'une rivière ait peu d'effet sur la purification des eaux, par oxydation, elle exerce une influence matérielle par le dépôt d'une grande proportion d'impuretés organiques ou minérales en suspension, qui gagnent le fond, surtout si le courant est ralenti dans quelques endroits. C'est sans doute ce mode de clarification par dépôt

qui a donné lieu à la croyance générale de la purification rapide et spontanée de l'eau courante. Nos expériences sur le Mersey, l'Irwell et le Darwen montrent la grande amélioration qui se produit ainsi pendant le cours de ces rivières entre les points déjà indiqués.

Purification de l'Irwell, le Mersey et le Darwen par dépôt.

Désignation.	Composition sur 100 000 parties d'eau.			Composition des matières en suspension pour 100.		
	Matière minérale.	Matière organique.	Total.	Minéral.	Organique.	Total.
1. Irwell, après un cours de 11 milles, 12 mars 1869.	0,88	0,48	1,36	47,8	50,0	48,6
2. » » 11 » 11 juin 1869.	0,38	0,84	1,22	14,3	50,9	22,7
3. Mersey, » 18 » 12 mars 1869.	0,10	0,04	0,14	10,6	13,3	12,0
4. Darwen (1) » 13 » 10 mars 1869.	0,54	1,42	1,96	30,3	79,8	55,1

» L'Irwell dépose une grande partie de sa matière en suspension au-dessus du barrage de Trostlenest, et en perd un tiers ou un quart pendant son parcours de là au Mersey.

» Nous avons soumis à l'analyse plusieurs échantillons du limon déposé et nous avons trouvé qu'il renferme une grande proportion de matière organique putrescible.

Composition de la boue de rivière.

Ingrédiens.	Boue de l'Irk.	Boue de l'Irwell dans Peel Park.	Boue du Medlock à Dawson Street.
Matière organique.....	6,63	8,25	5,30
» minérale......	25,98	19,40	19,96
Eau................	67,39	72,35	74,74
	100,00	100,00	100,00

» La matière organique de l'Irwell contenait, sur 100 parties, 2,79 de carbone et 0,29 d'azote.

» Elle répandait une odeur répugnante. »

Une autre partie du travail de la Commission est consacrée, comme on l'a dit plus haut, à l'examen de la question hygiénique soulevée par l'emploi des eaux d'égouts dans l'irrigation des prairies.

Après une étude attentive des localités déjà nombreuses où cet emploi est effectué et enquête faite tant auprès des habitants qu'auprès des médecins ou administrateurs habitant sur les lieux, la Commission conclut à l'innocuité complète des irrigations d'eau d'égouts versées sur des prairies, même pour les habitants les plus rapprochés.

(1) Corrigé comme auparavant, par rapport aux affluents d'eau pure.

L'incommodité passagère résultant de l'odeur du liquide ne se manifeste pas quand l'irrigation est bien conduite, et que le liquide, avant d'être mis en rapport avec le sol de la prairie, ne circule pas en canaux ouverts et à l'air libre.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Rectification d'une erreur numérique de la Communication précédente.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 7 mai 1870.

» Je me hâte de rectifier une inexactitude qui s'est glissée dans ma dernière Communication (*Comptes rendus*, p. 905, ligne 10 en montant).

» Il est dit qu'une seconde d'arc, sur le Soleil, sous-tend une longueur de 716 kilomètres; cela est vrai de la seconde géocentrique, ou vue de la Terre, mais, dans le cas de la Communication, on doit prendre la seconde héliocentrique, qui est de $3^{km},4$; d'où résulte que l'arc parcouru en une seconde de temps correspond à l'étendue de $1^{km},92$ ou presque 2 kilomètres. Cette diminution de la grandeur du mouvement ne détruit pas l'explication du phénomène dont il est question; au contraire, elle explique la petitesse du déplacement, car c'était pour moi une objection que de voir un déplacement si petit dans les raies, tandis que, avec le fort instrument que j'emploie, il devait être beaucoup plus sensible.

» Je vous prie d'insérer le plus tôt possible cette rectification dans les *Comptes rendus*, même si quelque autre avait déjà relevé cette équivoque. »

M. Fizeau, à la suite de la Communication qui précède, présente les remarques suivantes concernant *le déplacement des raies spectrales par le mouvement du corps lumineux ou de l'observateur :*

« Après la Lettre dont il vient d'être donné lecture à l'Académie, je n'ai pas à insister sur les remarques que j'avais faites dans la dernière séance; mais la question soulevée par la dernière Communication du P. Secchi est trop importante, je crois, pour ne pas mériter de fixer, pendant quelques instants, l'attention de l'Académie.

» En effet, lorsqu'on cherche à constater par l'observation le déplacement des raies spectrales par le mouvement du corps lumineux, il ne s'agit pas seulement de donner la sanction de l'expérience à une conséquence intéressante déduite depuis longtemps par les physiciens, de la théorie des ondulations, mais il s'agit, en réalité, ce qui est plus important encore, de donner, s'il est possible, des bases tout à fait certaines et incontestables à

une méthode nouvelle d'observation qui permettrait, dans certains cas, aux astronomes de déterminer les vitesses de translation dans l'espace des étoiles les plus éloignées de nous, en mesurant seulement de petits déplacements ou aberrations des raies spectrales de leur lumière.

» Je vais essayer d'indiquer en quelques mots le principe qui a servi de point de départ à ces considérations. Que l'on suppose, par exemple, un corps lumineux animé d'un mouvement de translation assez rapide, pour être comparable à la vitesse de propagation de la lumière ; si ce mouvement est dirigé du corps lumineux vers l'observateur, on voit de suite que, dans cette direction, les ondes lumineuses seront plus rapprochées les unes des autres, et que chaque rayon simple aura une longueur d'ondulation plus courte que si le corps était en repos. Ce changement dans la longueur d'onde aura pour conséquence une déviation plus grande produite par la réfraction à travers un prisme ; ce qui revient à dire que chaque rayon simple correspondant à une raie brillante ou à une raie obscure éprouvera un déplacement ou une aberration sensible, dans le spectre, relativement à la position que l'on eût observée si le corps fût resté immobile. Le mouvement étant supposé dirigé vers l'observateur, le déplacement dont il s'agit doit avoir lieu vers le violet : il aurait lieu vers le rouge si le corps lumineux, se mouvant dans un sens opposé, s'éloignait de l'observateur. Ajoutons encore que des déplacements analogues seraient la conséquence de l'hypothèse inverse, dans laquelle, le corps lumineux étant en repos, le prisme réfringent et l'observateur seraient simultanément en mouvement.

» Cependant on doit remarquer que, bien que notre esprit n'aperçoive aucune limite aux vitesses dont les corps en mouvement sont susceptibles d'être animés, il ne paraît pas que l'on ait constaté jusqu'ici, même pour les astres dont les mouvements sont les plus rapides, l'existence de vitesses dépassant certaines limites où elles sont encore très-petites par rapport à la vitesse de la lumière. On ne doit donc regarder comme probables que des déplacements peu considérables dans les raies spectrales, même en faisant intervenir les vitesses cosmiques les plus grandes qui aient été reconnues jusqu'ici, vitesses qui dépassent à peine $\frac{1}{1000}$ de la vitesse de la lumière (comète de 1680).

» Il est facile de conclure de là qu'il n'y a pas lieu de considérer, comme quelques physiciens l'ont proposé, des changements de couleur sensibles qui se produiraient dans ces circonstances par des modifications extrêmement grandes des longueurs d'onde, et, même s'il en était ainsi, les rayons invisibles situés en dehors du spectre, subissant les mêmes variations, devraient

évidemment annuler cet effet en remplaçant dans le spectre modifié les rayons dont le déplacement aurait pu donner lieu au changement supposé de la couleur.

» Ce genre de considérations m'avait conduit, en 1848, à essayer d'établir une relation bien définie entre la situation des raies spectrales et les mouvements dont peuvent être animés la source lumineuse ou l'observateur (1); et j'étais parvenu, en soumettant ces phénomènes au calcul, à plusieurs résultats numériques que je demande la permission de rappeler ici.

» Pour la planète Vénus, l'observateur étant supposé immobile et l'astre se dirigeant vers lui avec sa vitesse moyenne de translation dans son orbite, le calcul effectué pour la raie D, dans le cas d'un prisme de flint de 60 degrés, a donné un déplacement ou aberration, du côté du violet, de 2″, 65.

» Pour une vitesse égale à celle de la Terre, l'observateur étant seul supposé en mouvement, et considérant le spectre formé par une étoile vers laquelle il se dirige, le calcul a donné, pour la même raie D, un déplacement ou aberration, du côté du violet, de 2″, 25.

» En rapportant ces résultats, je fis, de plus, remarquer que le déplacement des raies par le mouvement du corps lumineux ne dépend que de sa vitesse et nullement de sa distance, et que, par conséquent, les observations de cette nature pourraient conduire à des données sur les vitesses propres des astres les plus éloignés.

» En effet, si, à la distance où la planète Vénus est située au moment de l'observation, il existe réellement dans le spectre un déplacement de la raie D de 2″,65, le même déplacement continuerait à se manifester encore, si l'astre pouvait s'éloigner de nous par degrés, sans cesser d'être visible, jusqu'aux régions occupées par les étoiles dont la parallaxe est tout à fait insensible. Si donc une étoile donnait un spectre dans lequel la raie D serait déplacée de 2″,65 du côté du violet, on en pourrait conclure que l'astre se meut vers nous avec la vitesse bien connue de la planète Vénus.

» Est-il nécessaire d'insister sur l'importance de ces conséquences qui découlent si naturellement de la théorie des ondulations, en nous faisant entrevoir un champ nouveau et très-étendu qui pourrait s'ouvrir aux recherches des astronomes. Cependant il faut remarquer que ces considéra-

---

(1) *Bulletin de la Société Philomathique*, décembre 1848, et *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX.

tions sont jusqu'ici purement théoriques et que, par plusieurs raisons que je ne puis développer ici, elles réclament manifestement le contrôle de l'observation, contrôle qu'elles attendent encore.

» Les physiciens avaient bien il y a vingt ans les découvertes déjà si étendues de Fraunhofer sur les raies du spectre solaire, ainsi que sur les raies des spectres des planètes et de plusieurs étoiles, mais les moyens d'observation et les appareils de mesure étaient alors bien loin de présenter les ressources qu'ils nous offrent aujourd'hui. On sait en effet que, depuis les mémorables travaux de MM. Kirchhoff et Bunsen sur l'analyse spectrale, on s'est efforcé de toutes parts de perfectionner les appareils propres à ce genre d'observation, et que l'on possède aujourd'hui plusieurs instruments remarquables par la facilité de leur usage, par leur puissance et par la précision de leurs indications. Il est donc permis d'espérer que le moment est venu où il sera possible de décider, par le contrôle d'observations rigoureuses, si la théorie des ondulations a conduit cette fois encore à des conclusions exactes, et si les astronomes pourront désormais s'appuyer dans leurs recherches sur le phénomène physique rigoureusement démontré du déplacement des raies spectrales par le mouvement.

» La dernière Communication du P. Secchi renferme, à cet égard, une observation très-importante qui consiste essentiellement dans le fait suivant :

» Une des raies solaires C ayant été observée, d'abord vers l'extrémité de l'équateur solaire qui, par l'effet de la rotation de l'astre, se meut du Soleil vers l'observateur, et ensuite vers l'autre extrémité de l'équateur solaire celle qui se meut de l'observateur vers le Soleil, les situations de cette raie ont été trouvées différentes entre elles et différentes de la situation normale de cette même raie.

» Dans le premier cas (mouvement dirigé vers l'observateur), la raie a été trouvée déplacée vers le violet d'une petite quantité évaluée à au moins $\frac{1}{10}$ de la distance entre les raies D′ et D″; dans le second cas (mouvement dirigé en sens opposé), la même raie a été trouvée déplacée vers le rouge.

» Cette observation remarquable paraît s'accorder quant au sens et à l'apparence du phénomène avec l'existence du déplacement cherché; mais elle présente cependant, quant à la valeur numérique assignée au phénomène, un écart considérable avec la valeur théorique, comme on va le voir.

» Ayant en effet calculé, de la même manière que pour la planète Vénus, le déplacement de la raie D dû au mouvement de rotation du Soleil, j'avais trouvé le déplacement presque insensible 0″,15.

» Or l'intervalle des deux raies D' et D'' étant, à très-peu près, de 20 secondes avec le prisme de flint, le déplacement estimé en fraction de cet intervalle devient

$$\frac{0,15}{20} = 0,0075.$$

» Le déplacement calculé est donc moindre que $\frac{1}{100}$ de l'intervalle des deux raies D' et D''. Il s'agit, il est vrai, de la raie D, et l'observation a porté sur la raie C; mais il est aisé de s'assurer que les effets produits par ces deux raies voisines diffèrent trop peu pour que le raisonnement en soit changé. Or, dans l'observation dont il s'agit, le déplacement a été estimé à au moins $\frac{1}{10}$ de la distance entre D' et D'', la valeur observée est donc au moins 10 fois trop forte pour s'accorder avec la valeur calculée.

» En résumé, la nouvelle observation, due à notre savant Correspondant, me paraît pouvoir être rapportée, avec une grande probabilité, au phénomène du déplacement des raies par le mouvement; mais il me semble aussi que rien ne peut être affirmé à cet égard avant que de nouvelles observations précises et des mesures certaines soient venues compléter ces premiers résultats, et permettre d'en tirer des conclusions définitives. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation faite en Espagne, par les blanchisseuses du littoral sud.* Note de **M. Guyon.**

« L'observation faite en Espagne, par les vieilles blanchisseuses du sud, consiste en ce que, sous le règne du vent de sud (*bochoro*), le linge ne deviendrait jamais bien blanc; que toujours, au contraire, il prendrait alors une *couleur jaunâtre*. C'est ce qu'on trouve consigné dans une thèse soutenue à Montpellier, en 1828, par le Dr Paradis (1). Sans doute, l'observation dont nous parlons a donné lieu à quelque interprétation, en Espagne ou ailleurs, ce que j'ignore absolument. Toujours est-il que, si le fait existe, il ne peut être rapporté qu'au sable qui, sous le souffle du vent du sud, se porte de l'Afrique sur l'Europe méridionale, de telle sorte que la partie la plus déliée, la plus fine, la partie impalpable en un mot, parvienne *seule* sur les lieux les plus éloignés de son point de départ.

» Les vents d'Afrique, pour peu qu'ils soufflent avec quelque force, sont toujours chargés de cette sorte de poussière ou poudre, laquelle peut arriver jusque sur nos côtes, aperçue dans l'air sous forme de brouillard (2).

---

(1) *Recherches sur la topographie de Barcelone*, t. I, p. 49; Montpellier, 1828.

(2) Plusieurs fois, pareil brouillard a été vu par notre éminent confrère, M. le baron

En tombant de l'atmosphère, elle se disperse partout, pénétrant dans les habitations, dans les lieux les mieux clos, et jusque dans la montre qu'on porte sur soi. Aussi n'est-il point rare que les bâtiments qui naviguent sur les côtes d'Afrique en soient tout couverts, *pont*, *voiles* et *mâture*. Du temps de l'esclavage, aux Antilles, il en était ainsi des navires négriers, alors qu'ils s'approchaient ou qu'ils s'éloignaient de la côte africaine. La poudre ou poussière sablonneuse, en s'introduisant dans les yeux, donnait souvent lieu à des conjonctivites qui, sur les navires retournant en Amérique, pouvaient persister encore à leur arrivée.

» Ajoutons que, le 30 août 1830, au lever du jour, une frégate française, qui naviguait au nord de Tripoli (Barbarie), se trouvait toute couverte d'une épaisse couche de sable et de poussière de sable. Ce sable provenait d'un vent qui, dans la soirée de la veille, avait soufflé sur la frégate, venant du désert africain (1). Sa force était telle, que les marins ne pouvaient lui faire face. La frégate était alors à 10 lieues de la côte, qu'elle avait quittée le matin.

» Le vent était accompagné d'une chaleur brûlante, suffocante, et comme s'échappant d'une fournaise ardente. Les grains de sable qu'il transportait, frappant sur des parties nues (figure, col, mains), piquaient à l'instar de grains de sel renvoyés par des charbons incandescents. Sous cette forme, ou sous celle de poussière, le sable, en pénétrant dans les yeux, y produisait une cuisson ardente qui fut suivie, chez quelques marins, d'une conjonctivite de plusieurs jours.

» Notre Communication rappellera sans doute cette pluie de sable, sable mêlé à de la pluie ou à de la neige, qui est tombée, sur différents points de l'Italie, du 13 au 14 février dernier (2). Cette pluie, qu'avait précédée un vent impétueux du sud-est, a fourni à M. Ch. Sainte-Claire Deville l'occasion de faire remarquer combien sont fréquentes ces sortes de pluies, puis-

---

Cloquet, pendant son séjour sur son domaine du Fort-Lamalgue, à Toulon. Le brouillard, d'après ses observations, est toujours précédé d'un vent soufflant du même point, depuis deux ou trois jours et plus encore.

(1) Il est à remarquer que, sur toute la côte de Tripoli, le désert arrive jusqu'à la mer, par de vastes plages sablonneuses.

(2) Communication de M. Denza, Directeur de l'Observatoire de Moncalieri (séance du 7 mai 1870).

Lettre de M. Boccardo, Directeur de l'Institut technique de Gênes, *sur une pluie de substance jaunâtre tombée à Gênes, dans la matinée du 14 février* 1870 (*Cosmos* du 14 mai, p. 337).

que, seulement de 1863 à 1869, on en compte jusqu'à six, soit en Italie, soit en d'autres lieux de l'Europe méridionale. »

M. DE CALIGNY écrit à l'Académie pour la prier de vouloir bien rappeler, dans ses *Comptes rendus*, la fondation faite en 1867, par M. le marquis d'Ourches, de deux prix qui pourront être décernés, par l'Académie impériale de Médecine de Paris, à ceux qui auraient indiqué des moyens certains pour prévenir les inhumations précipitées.

« Le premier est un prix de *vingt mille francs*, pour la découverte d'un moyen simple et vulgaire de reconnaître, d'une manière certaine et indubitable, les signes de la mort réelle. La condition expresse de ce prix est que le moyen puisse être mis en pratique même par de pauvres villageois sans instruction.

» Le second est un prix de *cinq mille francs*, pour la découverte d'un moyen de reconnaître, d'une manière certaine et indubitable, les signes de la mort réelle à l'aide de l'électricité, du galvanisme ou de tout autre procédé exigeant, soit l'intervention d'un homme de l'art, soit l'application de connaissances, l'usage d'instruments ou l'emploi de substances qui ne sont pas à la portée de tout le monde. »

L'Académie de Médecine a accepté le legs le 22 avril 1868, avec la mission de décerner les deux prix : mais le testateur a posé comme condition dernière que, « dans le cas où, pendant cinq années à dater du jour de l'acceptation du legs par l'Académie de Médecine, l'un ou l'autre des prix ou aucun d'eux n'aurait été décerné, les sommes qui y sont destinées feraient retour à la succession. »

RAPPORTS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. Moutard, *relatif à la théorie des équations différentielles partielles du second ordre.*

(Commissaires : MM. O. Bonnet, Bertrand rapporteur.)

« Les remarquables travaux qui, dans ces derniers temps, ont fait de la théorie des équations différentielles partielles du premier ordre l'une des plus parfaites du calcul intégral ont exercé peu d'influence sur l'étude des équations du second ordre. La forme même du résultat reste cachée dans ce cas, et la savante analyse d'Ampère, dans son admirable Mémoire de 1814, a été loin d'embrasser l'infinie variété des combinaisons possibles. Les géo-

mètres, en étudiant dans sa théorie l'expression la plus parfaite des méthodes proposées jusqu'ici, doivent chercher à introduire plus de généralité dans la forme des résultats, à obtenir plus de certitude et de précision dans les méthodes qui en font connaître la possibilité.

» C'est à cette dernière partie du problème que se rapporte le Mémoire de M. Moutard. Laissant de côté le plus grand nombre des formes d'intégrales énumérées par Ampère, il s'attache exclusivement à la plus simple de toutes pour rechercher les équations auxquelles elle peut convenir. En nommant x et y les deux variables indépendantes dont dépend la fonction inconnue z, M. Moutard suppose que l'une des fonctions arbitraires contenues dans l'intégrale générale contienne x seulement et l'autre y seulement, et que toutes deux figurent avec un nombre fini de leurs dérivées.

» Quelles sont les équations auxquelles convient une intégrale générale de cette forme ?

» Tel est le problème que se propose d'abord M. Moutard. Il est intéressant et utile pour la théorie générale, et l'on doit féliciter l'auteur de l'avoir complétement résolu.

» Après avoir montré, comme Ampère, que l'équation différentielle, dans ce cas, ne doit renfermer que la seule dérivée du second ordre $\frac{d^2z}{dx\,dy}$, désignée habituellement par s, M. Moutard obtient cinq formes distinctes qui comprennent tous les cas possibles : deux d'entre elles sont immédiatement intégrables, la troisième a été rencontrée et complétement intégrée par M. Liouville, les deux autres enfin appartiennent aux mêmes types et se réduisent aisément l'une à l'autre.

» Toute la difficulté se trouve donc concentrée sur une seule forme, que M. Moutard réduit à

$$\frac{d^2\alpha}{du\,dv} = \frac{dl\mathrm{A}}{du}\frac{d\alpha}{dv} + \mathrm{AB}\alpha,$$

où α représente une fonction inconnue de u et de v, et A et B des fonctions données, qui, bien entendu, pour que l'intégrale ait la forme demandée, doivent elles-mêmes remplir certaines conditions.

» La seconde partie du Mémoire est consacrée à leur étude et à la recherche de l'intégrale dans le cas où elles sont remplies. La voie très-directe suivie par M. Moutard, et imposée en quelque sorte par la manière dont il a abordé le problème, le conduit ici sur un terrain connu. Laplace, en 1773, a donné, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences,* une méthode

qui, par des essais successifs, permet de résoudre la première partie du problème, en formant, suivant une loi régulière, une série d'expressions déduites des coefficients de l'équation donnée. Il faut et il suffit, pour que l'intégration soit possible sous la forme supposée, que l'une de ces expressions soit égale à zéro, et le rang qu'elle occupe dans la série indique le nombre des dérivées de l'une des fonctions arbitraires qui doit figurer dans l'intégrale.

» En suivant jusqu'au bout, avec un plein succès, les conséquences de cette méthode, M. Moutard obtient la forme la plus générale des équations considérées, dans la formation desquelles il introduit autant de fonctions arbitraires distinctes qu'il le désire de chacune des variables x et y.

» La troisième partie du Mémoire est consacrée à l'étude très-complète et très-intéressante de l'équation

$$\frac{d^2 z}{dx\,dy} = z\varphi(x,y),$$

à laquelle se réduit l'équation plus générale traitée précédemment dans un cas particulier auquel ne sont pas applicables les résultats précédemment obtenus; deux équations de condition, en général distinctes, se réduisent alors à une seule, et les conséquences qui s'en déduisent sont entièrement changées.

» M. Moutard, après avoir formé l'équation unique à laquelle doit satisfaire la fonction $\varphi(x,y)$ pour que l'intégrale ait la forme supposée, parvient à l'intégrer avec beaucoup de bonheur et de talent, en la ramenant à l'équation semblable d'ordre inférieur de deux unités, obtenue en supposant que la méthode exige une opération de moins.

» En résumé, nous pensons que le Mémoire de M. Moutard mérite l'approbation de l'Académie, et nous lui proposons d'en décider l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Rapport sur un Mémoire de* M. B. Renault, *intitulé :* Études sur quelques végétaux silicifiés des environs d'Autun.

(Commissaires : MM. Daubrée, Brongniart rapporteur.)

« Dans la plupart des cas, les végétaux que nous observons à l'état fossile se présentent à nous sous forme d'empreintes dans lesquelles le végétal a complétement disparu, ou n'est plus représenté que par quelques parties charbonnées.

» Les végétaux réellement pétrifiés dont les divers organes ont été transformés, quant à la matière qui les compose, tout en conservant la structure de leurs tissus, sont beaucoup plus rares.

» Lorsqu'à cette pétrification, presque toujours siliceuse, se trouve jointe la conservation de la forme extérieure, on peut étudier le végétal fossile dans tous ses caractères, comme s'il était vivant, sauf la difficulté de soumettre à des sections convenables la roche dure qui le constitue.

» Cette étude de la structure intime des végétaux fossiles a surtout un grand intérêt pour ceux des terrains anciens qui s'éloignent beaucoup plus des végétaux existant actuellement, et pour lesquels nous devons réunir tous les moyens d'arriver à une connaissance complète de leur organisation. C'est particulièrement dans le grès rouge qui surmonte le terrain houiller, en Allemagne, et dans quelques parties de la France et de l'Angleterre, mais surtout en Bohême et en Saxe, que des fossiles variés de cette nature ont été trouvés. Quelques-unes de leurs formes les plus remarquables avaient été signalées depuis longtemps, sous les noms vulgaires de *Staarstein*, *Wurmstein*, ou *Astérolithe*, *Helmintholithe*, *Psarolithe*, et constituent le genre *Psaronius* des paléontologistes modernes; mais des échantillons plus rares et non moins intéressants les accompagnent; ils ont d'abord été signalés dans l'ouvrage de Cotta, qui n'en a étudié la structure que d'une manière assez superficielle.

» C'est à Corda qu'on a dû, en 1845, un examen plus approfondi de leur organisation et une classification précise fondée sur l'étude microscopique de leurs tissus.

» Parmi ces fossiles se trouvent assez fréquemment des pétioles de Fougères, dont Corda a formé plusieurs genres caractérisés par la forme du faisceau ou des faisceaux vasculaires qui les parcourent.

» Toutes ces études avaient été faites sur les échantillons trouvés en Allemagne, surtout à Chemnitz, en Saxe, et à Neupaka, en Bohême. Mais il existe en France un gisement non moins riche de ces fossiles aux environs d'Autun. Ici ils se rencontrent détachés de la roche qui a dû les renfermer, sous forme de fragments épars dans le sol végétal d'un champ dit *Champ-de-la-Justice;* on y trouve des espèces variées de *Psaronius*, des fragments de tiges des *Calamitea* de Cotta, des bois de divers Conifères, des portions de pétioles de Fougères, en un mot tous les fossiles caractéristiques des gisements cités plus haut, en Allemagne; et quoique trouvés hors place, en fragments brisés, mais non roulés, on ne saurait douter qu'ils proviennent

des couches supérieures des terrains houillers qui entrent dans la constitution de tout le pays environnant.

» Ces fossiles intéressants ont été d'abord signalés il y a près de quarante ans par M[gr] Landriot, alors professeur au petit séminaire d'Autun; c'est sur un échantillon communiqué par lui que l'un de nous a décrit la structure remarquable d'un petit rameau du *Sigillaria elegans*. Depuis lors, de nombreux échantillons de ces fossiles ont été réunis soit au Muséum d'Histoire naturelle, soit dans les collections de plusieurs naturalistes d'Autun.

» Ce sont les fossiles si intéressants de cette localité dont M. Bernard Renault, chef des travaux chimiques à l'École Normale de Cluny, a entrepris l'étude.

» Il a dirigé d'abord son attention sur les restes de pétioles de Fougères, et y a reconnu deux des genres établis par Corda, les *Zygopteris* et les *Anachoropteris*; le premier, qui paraît extrêmement rare en Allemagne, lui a fourni, parmi les fossiles d'Autun, quatre espèces très-différentes de l'espèce type, mais appartenant évidemment au même genre.

» Le second genre avait déjà présenté à Autun une des espèces décrites par Corda, et M. Renault en a découvert une seconde.

» Mais ce ne sont pas ces découvertes spécifiques qui constituent le principal intérêt du Mémoire de ce savant.

» Les deux genres qui en sont le sujet n'étaient connus que par des fragments de pétioles isolés ou rapprochés et entremêlés de racines adventives, mais sans trace des tiges qui leur donnaient naissance.

» Par des recherches attentives parmi les petits échantillons souvent négligés, M. Renault en a découvert appartenant à chacun de ces genres dans lesquels la tige avait été conservée d'une manière plus ou moins complète, et était accompagnée de portions de pétioles suffisantes pour établir leur détermination générique.

» L'étude microscopique très-approfondie de ces tiges de *Zygopteris* et d'*Anachoropteris* forme la partie essentielle du travail de M. Renault; elle signale entre ces plantes et les Fougères actuelles, dans lesquelles la structure de la tige a été décrite, des différences importantes, mais qui ne sont pas cependant de nature à éloigner ces genres de cette famille.

» Dans ces deux genres, il y a au centre de la tige une moelle peu volumineuse qui présente, surtout dans l'*Anachoropteris*, des saillies qui pénètrent dans le cylindre vasculaire, sans cependant le diviser en plusieurs faisceaux distincts. Ce cylindre vasculaire, formé de vaisseaux rayés ou

scalariformes, diffère par sa forme dans ces deux genres; il est plus épais et simplement anguleux dans le *Zygopteris*, où on ne l'a pas observé dans toute sa circonférence; dans l'*Anachoropteris*, il est plus mince et se prolonge en angles très-saillants, au nombre de cinq, divisés eux-mêmes au sommet, de manière à présenter sur la coupe transversale la forme d'une étoile dont les branches seraient échancrées à leur extrémité.

» En dehors de ce cylindre vasculaire se trouve un parenchyme cortical épais, que traversent les faisceaux vasculaires se rendant aux pétioles et ceux qui se dirigent vers les racines adventives. M. Renault admet que, dans le *Zygopteris*, cette tige porte, outre les pétioles, des écailles représentant des feuilles avortées. Cette disposition, qui ne s'observe pas dans nos Fougères actuelles, aura besoin d'être constatée par de nouvelles observations.

» L'organisation de ces tiges de Fougères offre sans doute des différences assez notables relativement à celle des Fougères vivantes qui ont été le mieux étudiées. Elle semble à quelques égards se rapprocher de celle de l'Osmonde; dans cette plante le cylindre ligneux, presque continu, est cependant divisé en faisceaux assez irréguliers, qui sont dépourvus de cette gaîne solide et résistante qui entoure les faisceaux vasculaires de presque toutes les Fougères; d'un autre côté, dans les Dicksoniées arborescentes, le cylindre vasculaire est continu et sinueux comme dans l'*Anachoropteris*. Les tiges de ces Fougères fossiles ne présentent donc dans leur structure rien qui soit incompatible avec ce que nous observons dans les Fougères actuelles.

» Une autre partie du Mémoire de M. Renault a pour objet de petites tiges également silicifiées, de quelques millimètres de diamètre, que leur structure rattache non-seulement à la famille des Lycopodiacées, mais probablement au genre Lycopodium lui-même, détermination très-intéressante, car les Lycopodiacées herbacées, analogues à celles de la végétation actuelle, paraissent très-rares dans les terrains anciens où leur existence a cependant été bien constatée par M. Goldenberg, qui en a décrit et figuré cinq espèces dans les couches houillères de Saarbruck.

» Les deux tiges décrites par M. Renault ont un axe central très-grêle, renfermant des faisceaux vasculaires composés d'un petit nombre de vaisseaux et disposés sans ordre apparent au milieu d'un tissu cellulaire délicat, comme on l'observe dans nos Lycopodes; de cet axe naissent des faisceaux prosenchymateux étroits, au nombre de douze à quinze, qui se dirigent vers l'écorce et doivent être destinés aux feuilles; un parenchyme cortical, lâche à l'intérieur, plus dense à l'extérieur, forme une zone assez étendue autour de cet axe, et quelques racines adventives semblables à celles qu'on

observe également dans les Lycopodes le traversent et se retrouvent quelquefois au dehors auprès de la tige.

» Les vaisseaux de l'axe sont aréolés souvent avec une ponctuation au centre de ces aréoles hexagonales, caractère remarquable et par lequel ces plantes sembleraient différer des vrais Lycopodes actuels, dont toutes les espèces observées à ce point de vue ont présenté des vaisseaux rayés; mais les recherches sur ce sujet ont été trop peu nombreuses pour qu'on puisse considérer ce caractère comme sans exception.

» Si ces tiges se rapportent, comme tout semble l'indiquer, à des Lycopodes, on aura constaté par ces délicates observations anatomiques l'existence, dans ces anciennes formations, d'un genre dont nos terrains houillers de France ne nous avaient pas jusqu'à ce jour offert d'empreintes et dont on n'a que de rares exemples dans d'autres pays.

» On voit tout l'intérêt que présentent les recherches de Paléontologie végétale de M. Bernard Renault. Le talent avec lequel il a su, au moyen des délicates préparations qu'il a faites lui-même, soumettre à l'observation microscopique tous les tissus encore conservés dans ces végétaux silicifiés, l'exactitude de ses observations et la juste appréciation des diverses parties qui constituent les fragments de ces petites plantes donnent beaucoup de valeur à ces études; elles nous paraissent très-dignes de l'approbation de l'Académie, qui ne saurait trop encourager M. Renault à les poursuivre. »

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Recherches sur les pinceaux de droites et les normalies, contenant une nouvelle exposition de la théorie de la courbure des surfaces.* Mémoire de **M. A. Mannheim**, présenté par M. Bertrand. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

« Les recherches optiques ont conduit à l'étude des systèmes de droites. Tous les géomètres connaissent le théorème de Malus généralisé par Dupin; mais c'est Hamilton qui, dans sa théorie *of systems of rays*, a le premier donné à cette étude tout le développement qu'elle comporte.

» Dans un premier supplément à ce traité, inséré dans les *Transactions of the royal Irish Academy*, ce géomètre est arrivé à des propriétés des pinceaux encore peu connues aujourd'hui.

» L'étude générale des systèmes de rayons rectilignes a été reprise analytiquement par Kummer dans un beau Mémoire qui a paru en 1860 (*Journal de Crelle*, t. LVII).

» Ce Mémoire renferme certaines propriétés trouvées par Hamilton, et d'autres que ce géomètre n'avait pas remarquées. En terminant, M. Kummer s'attache à montrer la relation intime qui existe entre l'étude des systèmes de rayons et la théorie de la courbure des surfaces.

» Dans le présent Mémoire, j'étudierai les pinceaux de droites d'une façon toute géométrique.

» Non-seulement les propriétés des pinceaux sont intéressantes en elles-mêmes, mais il est utile de connaître ces propriétés pour pouvoir employer les pinceaux comme élément dans les démonstrations, ainsi que j'aurai l'occasion de le faire plus tard. Actuellement, j'étudierai les pinceaux en eux-mêmes. Pour cela, j'introduirai les surfaces gauches formées respectivement par une droite du pinceau et chacune des droites infiniment voisines.

» Ces surfaces, que j'appelle *élémentaires*, seront représentées par de simples lignes droites : *droites auxiliaires*. C'est en 1864 que j'ai présenté à la Société Philomathique la construction de la droite auxiliaire d'une surface réglée et l'emploi d'une ou plusieurs droites auxiliaires pour la démonstration de quelques propriétés de ces surfaces.

» Dans le troisième volume de son *Traité de Géométrie descriptive*, M. de la Gournerie a exposé, en les étendant, les résultats que j'avais communiqués sur ce sujet à la Société Philomathique. Malgré l'introduction de la droite auxiliaire dans un ouvrage didactique, je crois utile de commencer ce Mémoire en rappelant ce qui est relatif à cette droite.

» Je considère ensuite les surfaces élémentaires d'un pinceau représentées par leurs droites auxiliaires. Toutes les propriétés d'un pinceau se démontrent alors aisément au moyen d'une figure plane dans laquelle apparaissent toujours une droite et une circonférence de cercle.

» Cette figure permet de retrouver les propriétés connues et d'autres entièrement nouvelles.

» Le pinceau formé par les normales infiniment voisines d'une surface est très-intéressant à examiner.

» Une surface élémentaire de ce pinceau, surface que j'ai appelée *normalie*, représentée par sa droite auxiliaire, donne lieu à une figure sur laquelle se trouvent groupés tous les éléments relatifs à la théorie de la courbure des surfaces.

» On est ainsi amené, non-seulement à une nouvelle exposition de cette

théorie, à de nombreux résultats dus à MM. Joachimsthal, Bertrand, Bonnet, Lamarle, Catalan, etc., mais encore à d'autres propriétés qui n'avaient pas été signalées dans les études si nombreuses faites sur ce sujet. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'emploi du lait comme préservatif des affections saturnines.* Extrait d'une Lettre de M. **Didierjean** à M. Peligot.

(Renvoi à la Commmission des Arts insalubres.)

« ..... Comme vous le savez, nous fabriquons nous-mêmes le minium que nous employons pour fabriquer le cristal. Il résulte d'une enquête que j'ai faite, que nous avions autrefois presque constamment des ouvriers malades, c'est-à-dire atteints de coliques souvent très-violentes; et cela, sur un personnel de seize hommes.

» A plusieurs reprises, nous avons essayé de combattre les effets du plomb en faisant prendre à nos ouvriers une boisson composée d'eau, d'alcool, de sucre, de citron et d'une proportion extrêmement petite d'acide sulfurique. Ces liqueurs, très-agréables à boire, étaient d'abord prises avec plaisir par nos ouvriers; mais, après quelques jours, ils en étaient complétement fatigués, et il devenait impossible de les obliger à en faire usage. J'ai toujours attribué ce résultat à la présence de l'acide sulfurique qui, bien qu'en proportion *extrêmement faible*, agissait sur l'estomac. Aussi nous avons toujours été obligés d'abandonner ces boissons après quelques jours d'essai.

» Nous étions donc réduits à combattre les effets pernicieux du plomb :

» 1° En exigeant une très-grande propreté de la part de nos ouvriers. Le but de cette précaution était de chercher à rendre nulle l'absorption par la peau, ou tout au moins de la réduire considérablement. Il ne restait, pour ainsi dire, que l'absorption qui se faisait par la respiration.

» 2° En exigeant qu'après huit jours consécutifs de travail dans l'atelier à minium, l'ouvrier quittât cet atelier, pour aller travailler pendant un temps égal dans la cour de l'usine, c'est-à-dire au grand air. Nous obtenions ce résultat au moyen d'une double escouade : chaque escouade travaillait alternativement huit jours dans l'atelier à minium, et huit jours au grand air.

» Malgré ces précautions, nous avions très-fréquemment des hommes atteints de coliques de plomb.

» Vers la fin de l'année 1867, mon attention se trouva appelée sur deux d'entre eux qui n'avaient jamais été malades, malgré leur assez long séjour

dans l'une des deux brigades travaillant à la préparation du minium. Tous les autres, sans exception, avaient été plus ou moins atteints.

» Ces deux ouvriers, qui faisaient exception, jouissaient d'une aisance relative, comparés à leurs camarades : ils possédaient quelques morceaux de terre, et ils avaient l'habitude d'apporter, presque tous les jours, une ration de lait qui leur servait de boisson, aux repas qu'ils prenaient dans l'usine. Cette habitude de boire du lait à certains repas est assez répandue dans la portion aisée de la population de nos montagnes.

» Cette observation me frappa, et je pensai que le lait pourrait peut-être remplacer avec avantage les boissons additionnées d'acide sulfurique, que nous avions essayées à plusieurs reprises, et sans aucun succès.

» J'ai donc recommandé le lait à nos ouvriers de l'atelier à minium, et à partir du mois de février 1868, il est devenu obligatoire. Chaque ouvrier apporte tous les jours un litre de lait à l'atelier. La vérification est faite par le surveillant au moment de l'appel, et chaque ouvrier reçoit, tous les jours, une allocation supplémentaire qui lui sert à acheter le lait dont il a besoin.

» Après un temps assez court, nos ouvriers ont ressenti les bons effets de cette boisson, et, depuis plus de dix-huit mois, nous n'avons pas eu un seul ouvrier malade, dans l'atelier où nous fabriquons le minium.

» Voilà, Monsieur, les faits si simples auxquels vous avez bien voulu vous intéresser, et, sans vouloir affirmer que le lait est un préservatif infaillible contre *tous* les accidents provenant de l'intoxication du plomb, je crois cependant que son usage produit d'excellents résultats sur la santé de l'ouvrier qui travaille les différents composés du plomb. »

M. **Allegret** adresse une « Note sur une propriété particulière de la cassinoïde à trois foyers $\rho^6 - 2m\rho^3\cos 3\theta = \pm 1$ ».

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret.)

Les deux volumes manuscrits de Tables numériques, adressés par *M. Drach* dans la séance précédente, seront soumis à l'examen de la Section de Géométrie.

CORRESPONDANCE.

M. **Mannheim** prie l'Académie de vouloir bien le considérer comme l'un des candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de *M. Lamé*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un « Compte rendu des éducations précoces de vers à soie faites en 1870, dans la magnanerie expérimentale du Comice agricole du canton de Ganges (Hérault). » Ce Compte rendu contient les passages suivants :

« L'une des catégories de graines qui ont été expérimentées comptait vingt essais de graines de pays et deux de graines étrangères à cocons jaunes, en tout vingt-deux lots, dont onze ont réussi : huit avaient été préalablement soumis à l'examen microscopique, qui en avait présagé la sanité.

» Cinq lots provenant des Basses-Alpes, et dont la graine avait été fournie par M. Raybaud-Lange, ont donné de bons résultats. Nous devons citer aussi deux échantillons de graine, l'un du Var, l'autre de Portugal, appartenant à M. Archambault.

» ..... D'après ces données, nous devons chercher nos graines dans les pays de petite production encore peu infectés, et confectionnées, d'après le système de M. Pasteur, par des procédés consciencieux. Ces conditions, nous les trouverons chez M. Raybaud-Lange, directeur de la ferme-école de Paillerols, et chez M. Milhau, filateur au Poujol.

» En suivant en tous points les indications du Maître, ces Messieurs et ceux qui voudront les suivre dans cette voie pourront approvisionner avec succès de graine de pays les éducateurs, à la condition toutefois qu'ils limiteront leur production de manière à pouvoir surveiller efficacement leurs grainages et les examens microscopiques. »

« M. d'Avezac présente, au nom de l'auteur, la dernière partie du travail du P. Timothée Bertelli, de Florence, qui a pour objet la *Lettre sur l'aimant, de Pierre-Pélerin de Maricourt, et quelques inventions et théories magnétiques du* XIIIe *siècle;* le fascicule actuel est simplement le tirage à part d'un commentaire déjà paru par fragments successifs dans le *Bulletin de Bibliographie et d'Histoire des sciences mathématiques et physiques*, publié à Rome par le prince Balthazar Boncompagni, et dont les cahiers à ce relatifs sont en la possession de l'Académie, depuis un an déjà qu'ils lui ont été remis par M. Chasles.

» En apportant aujourd'hui en bloc, sous sa forme isolée, le complément de l'œuvre spéciale du P. Bertelli, M. d'Avezac trouve, dans l'arrivée un peu tardive de cet envoi, l'avantage d'avoir pu en contrôler certains détails dans l'intervalle, et d'être en mesure de soumettre à la savante compagnie

quelques observations propres à la mettre en garde contre les inexactitudes matérielles qui, certainement à l'insu du docte Italien, et plus certainement encore contre ses plus chers désirs, viennent fausser, précisément en leur trait essentiel, les deux planches données à la fin du cahier comme des reproductions irrécusables, en *fac-simile*, de deux documents originaux empruntés à des manuscrits de Paris et de Leyde.

» Pour le manuscrit parisien, conservé à la bibliothèque de l'Arsenal, il est à portée des vérifications de tous les Membres de cette Académie. La planche qui lui a été empruntée est une figure de boussole, que Libri avait cru pouvoir invoquer en preuve de la connaissance acquise de la déclinaison magnétique en Italie vers la milieu du XVe siècle; mais la copie donnée comme *fac-simile* dans la planche IV du P. Bertelli ne fournirait aucun prétexte à une telle interprétation, tandis que, sur le manuscrit original, il y a réellement, dans le tracé du rayon terminé en fer de lame qui désigne la tramontane, une déviation de la ligne droite, qui, malgré un retour compensatif, a pu néanmoins offrir une apparence d'argument à l'assertion de Libri.

» Quant au manuscrit de Leyde, la vérification s'est effectuée au moyen d'une épreuve photographique de l'original. La planche III de l'abbé Bertelli a pour objet de reproduire en *fac-simile* la page où se trouve contenue une double remarque sur la déclinaison magnétique et son amplitude déterminée par des observations répétées (*multis experientiis*). Ce passage, écrit ici de la même main que tout le reste, manque aux divers autres exemplaires connus du même morceau (la plupart incomplets, au surplus) : or précisément l'expression numérique de l'angle d'écart est inexactement figurée sur le *fac-simile*, ainsi que le démontre la photographie prise sur l'original. La copie du *fac-simile* semble obéir à l'idée préconçue que là où l'angle de déclinaison est exprimé en degrés, cette expression consisterait en l'abréviation du mot *videlicet* suivie du chiffre arabe 5, tandis qu'il y faut reconnaître de fait, en chiffres romains, le nombre *vij* suivi de la lettre *s*, abréviation du mot *semis* (ou peut-être, à la rigueur, du mot *scilicet*). Le professeur Reinhart Dozy, correspondant de l'Institut, qui a bien voulu prendre soin de faire exécuter à Leyde la photographie envoyée, ajoute, en la transmettant : « Si vous désirez connaître l'opinion de nos paléographes, tels
» que MM. Pluygers, Cobet, du Rieu, je vous dirai qu'à leur avis le ma-
» nuscrit porte bien réellement *vij* comme vous l'avez pensé, et non pas
» *videlicet*..... A leur sens le *s*. signifie *semis* : $7\frac{1}{2}$ degrés. »

» M. d'Avezac croit opportun de rappeler que, malgré l'opinion sou-

tenue par le P. Bertelli, que tout le passage où il est question de la déclinaison serait une interpolation relativement moderne et postérieure à Christophe Colomb, à qui l'on fait assez volontiers honneur de la découverte de ce phénomène, il est plus prudent de réserver un jugement définitif jusqu'à ce que des arguments insuffisamment discutés jusqu'à présent aient été plus soigneusement rassemblés et plus rigoureusement approfondis. Le dernier mot n'a point encore été dit sur les notions réelles de Christophe Colomb en fait de déclinaison magnétique, et pour lui en attribuer la découverte première (on parle ici de la déclinaison simple et non de la variation ou variabilité de cette déclinaison au gré des déplacements de l'observateur), il faudrait démontrer qu'il n'emportait pas lui-même d'Europe la preuve palpable de pratiques plus avancées qu'on ne le suppose communément, en ces boussoles flamandes dont la rose accusait une différence de déclinaison de tout un quart-de-vent comparativement aux boussoles génoises, ce qui ne paraît explicable que par la correction artificielle des premières telle qu'elle est décrite par des écrivains ultérieurs, et l'absence de correction des secondes. D'ailleurs, les anciennes cartes nautiques de la Méditerranée, dont on possède des échantillons remontant à la date certaine de 1318, et dont on trouve la mention expresse dès le temps de saint Louis, c'est-à-dire à l'époque même de la Lettre de Pierre de Maricourt, sont orientées sur le nord magnétique : croira-t-on que ceux qui dressaient ces cartes, remarquables par leur perfection relative, les orientaient ainsi à leur insu et sans se douter que le nord de leurs relèvements ne coïncidait pas avec le nord vrai? Tant d'inadvertance à côté de tant d'habileté, cela n'est guère conciliable. Encore une fois, il est plus prudent, quant à présent, d'ajourner toute conclusion définitive et de laisser le protocole ouvert sur une si grave question.

» M. d'Avezac fait personnellement hommage à l'Académie d'une épreuve photographique servant de contrôle au *fac-simile* du manuscrit de Leyde qui accompagne le Mémoire, très-important dans tous les cas, du P. Timothée Bertelli. »

GÉOLOGIE. — *Le bassin parisien aux âges antéhistoriques; par* M. **Belgrand** (1).

« L'Administration municipale publie des documents relatifs à l'histoire

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier au *Compte rendu*.

générale de Paris. Il n'a pas paru inutile à la Commission qui s'occupe de ces travaux de remonter aux temps préhistoriques où l'homme vivait sur le sol parisien avec l'éléphant, l'hippopotame, le renne, le lion, etc. J'ai été chargé de ce travail, et j'ai l'honneur d'en présenter à l'Académie un résumé succinct.

» L'introduction donne une idée générale des premiers temps où l'on trouve sur la terre les traces de l'homme et surtout de l'époque quaternaire.

» L'ouvrage lui-même se divise en quatre Parties :

» I. *Époque diluvienne.* — Les auteurs de la carte géologique de France ont dit que le relief du bassin de la Seine était le résultat d'une grande érosion. Je démontre que cette érosion est due à des courants diluviens et non à l'action lente des agents atmosphériques, comme beaucoup de géologues l'admettent aujourd'hui. Les preuves les plus solides sur lesquelles j'appuie mon opinion sont :

» 1° L'orientation des lambeaux de terrains oligocènes restés à la surface des plateaux ; ces lambeaux sont tous dirigés du sud-est au nord-ouest, comme la pente générale du bassin.

» 2° L'absence des restes des roches dures sur les plateaux mis à nu. Les débris de la table de grès qui recouvrait une grande partie des sables de Fontainebleau sont aussi rares sur les plateaux de la Champagne, de la Brie et de la rive gauche de la Seine, que ceux des marbres du calcaire à entroques et du coral-rag à la surface des plateaux de l'Auxois, du Châtillonnais, etc. Habituellement ces débris ne se trouvent même pas au fond des vallées secondaires. Il faut descendre dans les vallées principales, et souvent à de grandes distances des points de départ, pour les rencontrer.

» 3° La disposition du limon des plateaux : ce limon se divise en deux couches, l'une grossière à la base, l'autre plus fine à la partie supérieure. Aucune preuve du passage d'une eau diluvienne n'est plus décisive : lorsque la vitesse des eaux troubles tombe au-dessous de $0^{m},20$ par seconde, un premier dépôt limoneux grossier se forme presque instantanément, puis il s'en forme un second composé de matières plus fines qui s'abaissent en nuage sur le premier. Lorsque le dépôt est dû aux eaux pluviales ou au débordement d'un cours d'eau, il est composé d'une multitude de couches trop minces pour être faciles à distinguer ; dans ce cas, l'œil n'en distingue qu'une seule ; il a fallu les eaux profondes d'un déluge pour produire les deux couches épaisses du limon des plateaux.

» Les vallées recevaient donc les débris volumineux des roches, au fur et à mesure qu'elles se creusaient; et le courant abandonnait sur les hautes terrasses des dépôts composés de ces débris; sur la fin du phénomène, des dépôts du même genre ont formé un long cordon au fond des vallées principales, tandis que les petites vallées étaient presque complétement vidées, dans les terrains jurassiques et tertiaires surtout.

» Le dépôt des hautes terrasses se distingue des dépôts dont il va être question ci-après en ce qu'il ne renferme jamais de sable de rivière. Il se compose uniformément d'un mélange confus de gros blocs, de cailloux et de limon de couleur ocreuse.

» II. *Grands cours d'eau de l'âge de pierre.* — Les géologues divisent les graviers des basses terrasses et du fond des vallées en trois couches qu'ils attribuent à trois déluges. A la base ils placent le diluvium gris à ossements, au-dessus le diluvium rouge sans ossements, et enfin le tout est recouvert par une couche de limon produit d'un troisième déluge, le loëss.

» Je démontre que ces trois couches sont dues à de simples phénomènes d'alluvionnement. Le terrain de transport du fond des vallées et des basses terrasses, qui, dans le bassin de la Seine, s'élève de 20 à 60 mètres au-dessus du niveau actuel des thalwegs, a été remanié par des cours d'eau, qui ont abaissé leur lit de la hauteur comprise entre les basses terrasses et le thalweg actuel. Or, toutes les fois qu'une rivière modifie son lit d'une manière quelconque, soit en l'abaissant, soit en le déplaçant, elle jette les matériaux qu'elle affouille sur les parties du lit qu'elle abandonne, et forme ce qu'on appelle vulgairement une *alluvion;* puis lorsque le lit est ainsi rempli de gravier, les eaux de débordement couvrent cette alluvion d'une couche de limon. Il en a été de même aux temps préhistoriques. Les grands cours d'eau, en abaissant leur lit, ont rempli les parties abandonnées et ont recouvert le gravier de fond (diluvium gris) d'une couche d'alluvion (diluvium rouge); puis lorsque le lit devenu inutile a été ainsi comblé, les eaux de débordements y ont déposé une couche de limon (loëss).

» Je me propose donc de substituer les noms *gravier de fond*, *alluvion*, *limon des débordements* aux trois noms si défectueux *diluvium gris*, *diluvium rouge* et *loëss*.

» L'abaissement du fond des vallées par les cours d'eau est dû évidemment au relèvement du continent. Il se formait, au bord de la mer, une chute, puis des rapides qui se propageaient en remontant les vallées. J'ai constaté qu'à l'époque des hauts niveaux, les lits de la Seine, de la

Marne et de l'Oise étaient sans pente depuis les plaines de la Champagne jusqu'à la mer; les graviers sont très-peu roulés, il est probable qu'ils n'étaient déplacés qu'aux époques où le fleuve abaissait son lit. Dans les temps de régime permanent, la vitesse des cours d'eau n'était pas plus grande que celle du fleuve actuel, qui déplace seulement le sable et le petit gravier.

» La Seine avait 6 kilomètres de largeur à Paris, à la hauteur du château de Vincennes, à l'époque des hauts niveaux. Cette largeur était réduite à 2 kilomètres à l'époque des bas niveaux. Ces largeurs sont beaucoup moindres dans les parties étroites des vallées. Je démontre qu'avec de très-petits changements dans les lois météorologiques, ces grands cours d'eau deviennent possibles. Les preuves de leur existence sont d'ailleurs incontestables :

» 1° On a recueilli de nombreux silex travaillés par l'homme dans les graviers de fond de certaines parties du fleuve; ces silex ne sont pas roulés.

» 2° Des myriades de coquilles fluviatiles et terrestres ont laissé leurs débris dans le *gravier de fond*, surtout aux points où l'eau était tranquille, au fond des anses et sur la rive convexe des tournants.

» Ces deux faits seraient inexplicables si les graviers avaient été transportés par des eaux diluviennes.

» 3° Le terrain de transport du fond des vallées renferme des zones de sable de rivière alternant avec le gravier, tandis que, sur les hautes terrasses, le terrain de transport, qui est réellement diluvien, se compose exclusivement de cailloux à peine roulés et de limon.

» 4° On trouve, dans les graviers de fond, aux points d'alluvionnement, beaucoup d'ossements d'animaux de race éteinte; les ossements humains y sont au contraire extrêmement rares. Donc les hommes, très-nombreux déjà à cette époque, savaient, par leur intelligence, échapper à l'action des eaux qui frappaient les autres êtres vivants; donc cette action destructive n'était pas l'effet d'un déluge ou d'une submersion générale.

» Ainsi les graviers des basses terrasses et du fond des vallées ont été remaniés par des cours d'eau énormes. Dans les vallées occupées aujourd'hui par les ruisseaux les plus paisibles, on trouve des preuves incontestables de la puissance des cours d'eau de l'époque quaternaire et des traces des nombreux animaux, éléphants, rhinocéros, hippopotames, aurochs, tigres, ours, qui peuplaient alors le sol de la France ou hantaient nos rivières.

» A une certaine époque, ces cours d'eau ont diminué rapidement, et alors ils ont rempli le dernier de leurs grands lits, soit avec du gravier, du sable ou du limon, soit avec de la tourbe.

» III. *Histoire des tourbes.* — Les tourbières des terrains granitiques et paléozoïques se trouvent aussi bien sur le flanc des coteaux et sur les plateaux qu'au fond des petites vallées, mais jamais sur les bords des grands cours d'eau.

» Les autres terrains du bassin de la Seine n'ont produit la tourbe qu'au fond des vallées pourvues d'un cours d'eau, et seulement lorsque les versants de ce cours d'eau *sont entièrement perméables*. Lorsqu'une notable partie de ces versants *est imperméable*, on ne remarque ni marais, ni tourbière au fond des vallées, et ce fait s'explique facilement. Lorsque les eaux pluviales tombent sur un sol imperméable, elles affluent avec une grande rapidité au fond des vallées, et y produisent des crues violentes et de courte durée qui ne permettent pas à la tourbe de se développer; au contraire, les eaux pluviales tombées sur un sol perméable arrivent lentement aux thalwegs en passant par les sources, ne produisent que des crues lentes et peu limoneuses, et favorisent la production des tourbes. J'ai vérifié ces faits, par quinze années d'observations continues, sur les cours d'eau du bassin de la Seine; les terrains perméables qui permettent aux marais et aux tourbières de se développer au fond des vallées humides sont les calcaires oolithiques, la craie blanche, le calcaire grossier, les sables de Beauchamp, le calcaire de Saint-Ouen, les sables de Fontainebleau et le calcaire de Beauce.

» Le granite, le lias, le terrain crétacé inférieur, les argiles du Gâtinais, les marnes vertes et les argiles à meulières sont des terrains imperméables; ils alimentent des cours d'eau dont les crues sont violentes et ne produisent jamais de tourbe au fond des vallées.

» A l'époque quaternaire, les pluies étaient si abondantes qu'elles produisaient des ruissellements à la surface des terrains les plus perméables, et par conséquent des crues violentes dans tous les cours d'eau : la tourbe n'a donc pu se produire nulle part. C'est à la fin de cette époque, lorsque le régime actuel des pluies s'est établi, que la tourbe a pu se former.

» Généralement, les tourbières du bassin de la Seine ont rempli le dernier lit de l'âge de pierre des cours d'eau à versants perméables.

» IV. *Histoire paléontologique du bassin de la Seine pendant l'époque qua-*

ternaire. — C'est avec l'aide des conseils de M. Ed. Lartet que j'ai entrepris ce travail.

» Le limon des plateaux, le plus ancien des terrains de transport quaternaire, ne renferme ni ossements, ni débris organiques quelconques, ni traces du travail de l'homme, parce qu'il est d'origine diluvienne. Lorsqu'une contrée est envahie par un courant diluvien assez puissant pour y creuser les vallées et raser les plateaux, les débris des animaux, les forêts, et en général tous les objets formant la croûte superficielle du sol, sont bien loin, lorsque le cataclysme touche à sa fin et lorsque commence le dépôt du limon en suspension dans l'eau.

» La plupart des cadavres des animaux de l'âge de pierre sont arrivés en flottant aux points habituels d'alluvionnements, au fond des anses et sur la rive convexe des tournants, là où nous trouvons aujourd'hui leurs ossements. Ces ossements sont, en effet, enfouis dans les graviers de fond et sont recouverts par l'alluvion, tandis que s'ils avaient été apportés pêle-mêle avec les graviers, ils se trouveraient aussi bien dans l'alluvion que dans les graviers de fond.

» Ces plages d'alluvionnement étaient disposées en pente douce et formaient des abreuvoirs naturels où beaucoup d'animaux ont dû se noyer. C'était aussi sur ces graviers que l'homme venait, en temps de basses eaux, tailler ses outils lorsqu'il ne trouvait pas de silex à la surface de la contrée voisine; c'est à cela qu'on doit attribuer l'absence des silex taillés dans les graviers calcaires, comme ceux de la basse Bourgogne et de la Champagne, et même dans les graviers siliceux lorsqu'il existe de nombreux silex à la surface du sol, comme dans la banlieue de Sens. Dans ce dernier cas, les ateliers de fabrication se trouvent hors des cours d'eau; j'en ai rencontré de nombreuses traces sur les coteaux de la Vanne, qui sont couverts de silex de la craie.

» L'homme et les animaux de l'âge de pierre ont vécu en grand nombre sur les pentes de la chaîne de la Côte-d'Or. Cependant les ossements des grands animaux sont fort rares dans les graviers des cours d'eau de cette partie du bassin de la Seine, ce qui tient au rapide abaissement des lits. On voit, en effet, que les rivières y coulaient à leurs niveaux actuels dès l'époque de l'*Ursus spelæus*, c'est-à-dire avant le développement de la faune des herbivores. C'est ce qui est démontré aux grottes d'Arcy, dont les couches à ossement s'élèvent à peine à quelques mètres au-dessus des eaux de la Cure.

» Dès que les vallées s'élargissent en traversant les terrains plus mous du portlandien et du terrain crétacé, et qu'ainsi les cours d'eau ont perdu leur violence en s'étalant au fond d'un large lit, la faune de l'âge de pierre se montre même dans les graviers des hauts niveaux et des vallées secondaires.

» L'homme et les animaux de l'âge de pierre étaient fort nombreux sur les plateaux tertiaires, et cependant les ossements et autres débris sont rares dans les petites vallées, parce qu'elles sont trop étroites et ne renferment pour ainsi dire pas de graviers. Les graviers des vallées principales étaient, au contraire, très-bien disposées pour recevoir ces débris, puisqu'ils sont à très-faible pente, et que les thalwegs sont sinueux.

» Sur une seule plage de gravier de la vieille Seine, à Levallois-Clichy, à l'aval du tournant du bois de Boulogne, un seul chercheur, M. Reboux, a recueilli plus de quatre mille silex taillés par l'homme. J'ai découvert de nombreux ateliers de fabrication d'outils en silex sur le tracé de l'aqueduc de la Vanne. Aujourd'hui les traces de l'existence de l'homme se trouvent partout.

» L'étude complète de la faune parisienne fait ressortir les lois suivantes, qui ont été annoncées dans les premières parties : les ossements se sont conservés, surtout dans les anses et à l'aval de la rive convexe des tournants, c'est-à-dire sur les points où se portent habituellement les alluvions; on ne les rencontre que dans les graviers de fond, l'alluvion en est presque toujours dépourvue; par conséquent, les graviers de fond ont formé longtemps le lit d'un cours d'eau permanent, qui a été remblayé rapidement par l'alluvion.

» La faune parisienne est presque identique dans les hauts et bas niveaux; on y a recueilli beaucoup de débris d'animaux considérés jusqu'ici comme appartenant à l'époque pliocène, notamment des ossements des *Rhinoceros etruscus* et *Merckii*, du *Trongontherium*, du *Kuon*, etc. (1).

» La grandeur des cours d'eau de l'âge de pierre est prouvée par la présence de l'hippopotame; de plus, ce monstrueux pachyderme n'aurait pu vivre dans ces cours d'eau, si les hivers avaient été aussi rigoureux qu'aujourd'hui.

---

(1) Les principaux gisements explorés jusqu'ici à Paris sont : pour les hauts niveaux, les graviers de Montreuil et les limons de la Bièvre vers Gentilly; et, pour les bas niveaux, les anses de Paris et de Grenelle, et les sables du tournant du bois de Boulogne, à Levallois et à Clichy. Des découvertes très-nombreuses ont été faites dans ces diverses localités, notamment à l'aval du tournant du Champ-de-Mars, à Grenelle, par M. Martin; à l'aval du

» De même, le renne et la marmotte n'auraient pas habité nos plaines si les étés avaient été aussi chauds que de nos jours. Il est probable que la température moyenne ne dépassait pas 8 degrés C. dans cette saison, ce qui prouve que le niveau des neiges éternelles s'élevait à 1400 mètres environ, et que l'époque quaternaire correspond à l'ère glaciaire (1). »

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie des marées; par* **M. Roumiantzoff.**

« Par suite de la différence de l'attraction qu'exercent la Lune et le Soleil sur les différents points du sphéroïde terrestre, ces points tendent à osciller autour de leur position d'équilibre. Mais, comme les forces dont il s'agit sont infiniment petites comparativement aux liaisons du système, il n'est pas possible ni d'affirmer en théorie, ni d'observer directement les mouvements finis d'une molécule. L'analyse des vibrations infiniment petites suppose que chacune des molécules est libre, car les liaisons de système ne sont pas interrompues; les vibrations de la molécule sont déterminées par la force de la gravitation et la différence entre l'attraction des deux astres; la projection de la résultante des forces sur la normale ne permet pas d'admettre un déplacement, la projection sur la tangente démontre comme possible le déplacement de la molécule sur sa surface de niveau. On peut ainsi établir l'équation, en fonction des coordonnées des

---

tournant du bois de Boulogne, à Levallois-Clichy, par M. Reboux, et au fond de l'anse de Montreuil par moi.

M. Martin a trouvé de nombreux ossements humains dans l'alluvion qui remplit le dernier des grands lits de la Seine à Grenelle. M. Bertrand a découvert un crâne et divers ossements humains à Clichy, dans le gravier de fond.

Les mêmes faits se constatent dans le reste de la vallée de la Seine, et dans celles de la Marne, de l'Oise et de l'Aisne. Les découvertes y sont nombreuses quand ces vallées sont sinueuses, et rares quand elles sont rectilignes.

La vallée d'Oise est une des plus riches en ossements; la faune est presque la même que celle de la vallée de la Seine, et les ossements y sont déposés dans les mêmes conditions. La plus riche sablière est celle de l'anse de Viry-Noureuil.

Les coquilles fluviatiles et terrestres se recueillent en grand nombre dans les sablières des anses des hauts niveaux, et sont plus rares dans les sablières des bas niveaux. On trouvera dans les pièces annexes un Mémoire très-intéressant de mon parent et ami M. Bourguignat, donnant le catalogue des coquilles trouvées dans les graviers de hauts niveaux entre Joinville-le-Pont et Montreuil.

(1) Le manuscrit de cet ouvrage a été remis à la Société géologique le 21 janvier 1867. Il n'a été publié qu'en septembre 1869.

astres et de la molécule, de la courbe différentielle, que chaque molécule du sphéroïde terrestre tend à décrire en une certaine période de temps. Conformément au principe de l'illustre Laplace, les vibrations sont périodiques, comme les forces qui les produisent; chaque molécule devient centre des forces qui lui sont appliquées ou des vibrations qu'elle reçoit.

» Quoique les lois des vibrations soient identiques pour toutes les molécules matérielles dont se compose le sphéroïde terrestre, il est indispensable d'étudier le caractère de la propagation des vibrations dans un liquide, pour comprendre comment les vibrations infiniment petites des eaux de l'Océan produisent des mouvements finis dans les baies. Les grandes marées dans les ports sont évidemment secondaires, comparativement aux vibrations qui se produisent dans l'Océan, et nous pouvons négliger l'action directe des astres sur les eaux d'une baie, à cause de la masse peu considérable d'eau qu'elles contiennent. C'est pour cette raison qu'il n'existe pas de marées dans les petites mers et dans les lacs. Les bords de l'Océan forment des quantités de bancs, des baies et d'autres bassins, dont le fond descend obliquement jusqu'aux plus grandes profondeurs de l'Océan. Les vibrations moléculaires de toute la masse d'eau de l'Océan, se propageant jusqu'aux bords, rencontrent des résistances, sont repoussées par les plans inclinés de la surface du fond, et, par suite du principe de la conservation de mouvements, la somme des forces vives de la grande masse se communique à la petite masse d'eau dans la baie. La quantité de mouvement que chaque molécule reçoit sera considérable, comparativement aux liaisons du système; et nous aurons à étudier ici des déplacements moléculaires finis et leur propagation dans le bassin. La vitesse du courant sera d'autant plus grande que la section verticale du bassin sera plus petite; pour chaque point les courants seront périodiques comme les forces ou les vibrations qui les engendrent. Les irrégularités dans cette périodicité s'expliquent facilement par le relief particulier du fond et la configuration des bords. Les courants se propageant jusqu'aux bords, rencontrant une résistance, dépensent leur force vive à élever le niveau, de telle sorte que nous pouvons observer ici une hauteur correspondant à une vitesse donnée.

» D'après les observations, le phénomène de marées se passe ainsi :

» Partout où l'on a pu observer le phénomène, on remarque un flot à la surface comme à une certaine profondeur, un flot dont la vitesse, la direction et la périodicité sont dans un rapport déterminé avec la position des astres. En même temps que le courant se dirige vers le bord, le niveau des eaux s'élève jusqu'à ce que les courants contraires, par suite de la dif-

férence de niveau, ne le surpassent en intensité. Le jusant continue jusqu'à ce qu'il ne s'établisse un même niveau dans la baie et dans l'Océan. Le phénomène qui se produit sur les bancs, loin des bords, est surtout commode pour étudier les lois des marées, car il ne s'y complique pas par les oscillations de niveau.

» J'indiquerai ici quelques-unes des principales conclusions, qui résultent de l'explication que je présente :

» 1° Les vibrations des eaux de l'Océan et les oscillations de niveau près des bords ne peuvent pas être considérées dans les mêmes équations différentielles de mouvement. En effet, dans le premier cas, nous pouvons négliger les résistances, car les mouvements sont infiniment petits, tandis que, dans le second cas, l'oscillation du niveau est produite par des résistances à un courant d'une vitesse considérable. C'est en cela que consiste l'erreur des théories qu'on a proposées jusqu'ici.

» 2° Les éléments principaux pour la comparaison des observations avec les résultats de la théorie sont : le moment et la valeur du maximum de vitesse du flot.

» 3° La loi du changement de direction du flot, pour tous les points ouverts de l'Océan, est la suivante : de l'ouest, dans la direction sud-est, sud, sud-ouest, dans les latitudes moyennes de l'hémisphère boréal ; et de l'ouest dans la direction nord-est, nord, nord-ouest, dans l'hémisphère austral, c'est-à-dire celle qu'indiquait Laplace pour les vibrations infiniment petites de l'Océan.

» 4° L'oscillation de niveau est un phénomène secondaire, qui dépend des bords et qui est déterminé par l'intensité, la direction et la durée du flot.

» 5° La valeur de l'établissement du port est formée de l'intervalle entre le moment du passage des astres et du moment du maximum de vitesse du courant vers le bord, et en même temps de l'intervalle entre le moment de l'eau pleine et le maximum de la vitesse du courant, intervalle qui dépend des conditions du bord. Ainsi s'expliquent les variations graduelles des établissements du port sur les continents et leur différence fortuite sur des points très-rapprochés.

» 6° Le niveau normal de l'Océan, dans un port en communication directe avec l'Océan, est le niveau de la plus basse mer observé pendant la syzygie. On comprend ainsi pourquoi le niveau moyen n'est pas le même dans les différents ports et pourquoi il n'est pas constant dans un même port.

» Il est possible de donner une explication physique de toutes les parti-

cularités du phénomène des marées, et d'en déduire géométriquement les lois. Il serait trop long d'énumérer ici toutes les conséquences qui découlent de la théorie dont il a été parlé plus haut. J'indiquerai seulement l'explication du retard du maximum de la hauteur de la pleine eau sur le jour de syzygie, qui est constant pour un même port, mais variable d'un port à l'autre. Je poserai en principe que :

» (*a*) L'analyse des forces actives nous montre que le plus grand maximum de l'action des forces arrive au jour de la syzygie; mais la diminution des forces se produit plus lentement les jours qui suivent le jour de la syzygie;

» (*b*) D'après le principe de Laplace, les flots sont périodiques, comme les forces qui les produisent;

» (*c*) Dans les baies on observe une certaine hauteur correspondante au maximum de la vitesse et qui sera moindre que la hauteur des marées après le jour de la syzygie; mais la plus grande élévation du niveau dépend aussi de la durée d'un courant de vitesse suffisante : il sera donc plus grand le lendemain de la syzygie.

» En partant de là, on peut construire géométriquement la démonstration du phénomène.

» L'explication du retard du minimum sur le jour de quadrature est semblable à la précédente. »

PHYSIQUE. — *Remarques sur les spectres de l'azote;*
par **M. Lecoq de Boisbaudran.**

« **1.** Dans la séance du 25 avril dernier, M. Faye a résumé des expériences importantes de M. Wüllner, donnant de nouvelles preuves de la pluralité des spectres produits par un même gaz placé dans des conditions physiques différentes.

» Ce résultat me paraît en effet d'accord avec les faits connus en analyse spectrale; j'ai moi-même insisté sur la variabilité des spectres, soit des gaz permanents (azote), soit des sels métalliques (1) (sels de strontium, manganèse, etc.). Je partage donc entièrement, sur ce point, l'opinion du savant expérimentateur; mais je ne m'explique pas comme il paraît le faire, d'après le résumé de M. Faye, le passage du spectre de l'azote du premier au second ordre, passage qui aurait lieu lorsqu'on dépasse la

(1) *Comptes rendus*, 6 décembre 1869.

pression de $0^m,50$ de mercure. M. Wüllner aura sans doute opéré avec un tube dont les électrodes étaient fixes. Si, lorsque la pression augmente, on prend soin, au contraire, de rapprocher graduellement les électrodes, on évite la formation du spectre de second ordre, qui est celui du *trait de feu* (*voir* ma Note du 6 décembre 1869). J'ai pu ainsi pousser la pression jusqu'à 2 atmosphères, sans voir apparaître les raies brillantes du spectre de second ordre.

» 2. La pression agit donc surtout ici en augmentant la résistance, et, par suite, en s'opposant à la facile formation de l'*auréole;* mais elle ne paraît point avoir, sur le changement du spectre, une action directe (dans les limites de mes essais); car, lorsqu'on opère à l'air libre, elle est évidemment la même, que les électrodes soient distantes de quelques millimètres ou de plusieurs centimètres. Il suffit d'opérer dans un tube vertical fermé en haut mais *ouvert en bas*, pour augmenter de beaucoup la distance à laquelle on peut placer les électrodes l'une de l'autre, sans provoquer l'apparition du *trait de feu*. Dans une expérience, j'ai trouvé, pour les distances auxquelles on voyait apparaître les premières traces du spectre de second ordre : à l'air libre, 5 millimètres; dans le tube ouvert, $12^{mm},7$. Cet effet provient évidemment de ce que, à l'air libre, l'auréole est naturellement *insufflée* par les courants d'air, produits principalement par l'échauffement dû à la décharge.

» 3. Malgré l'apparition du spectre de second ordre, celui du pôle négatif persiste, tout en s'affaiblissant.

» 4. Il suffit de placer une interruption dans le circuit induit, pour provoquer l'apparition du trait de feu entre des électrodes trop voisines pour le donner autrement.

» 5. En plaçant d'avance les électrodes à une distance telle que le trait de feu n'apparaisse pas, même à 2 atmosphères, et arrivant lentement à cette pression en partant d'un vide de quelques centimètres de mercure, on observe que la lumière s'affaiblit considérablement, mais que le spectre ne change point de caractère. Si alors on écarte les électrodes sans altérer la pression, le trait de feu et son spectre se forment aussitôt.

» 6. Je conclus de tout ceci que le changement des spectres de l'azote (et sans doute des autres corps) dépend plus directement des variations de température que de celles de la pression, et que, dans l'état actuel de l'analyse spectrale, il faut user de beaucoup de réserve pour ce qui est de l'application de cette science à la détermination des pressions supportées par la masse gazeuse d'une nébuleuse ou par les diverses parties de l'atmosphère solaire. »

PHYSIQUE. — *Sur le maximum de densité et sur la température de congélation des solutions d'alcool dans l'eau.* Note de **M. Fr. Rossetti**, présentée par M. Regnault.

« Dans les volumes X, 1867, et XIII, 1868, les *Annales de Chimie et de Physique* ont déjà publié les résumés de deux Mémoires du même auteur relatifs à l'eau distillée et à plusieurs solutions salines. La méthode suivie dans le présent travail a été décrite dans ces résumés, et nous y renvoyons les lecteurs. Le travail même, en grande partie, a été exécuté, sous la direction du professeur, par ses élèves MM. Narcan et Bellati.

» Après avoir déterminé le coefficient de dilatation de l'instrument, on l'a soumis à une vérification expérimentale avec l'eau distillée. On a fait ensuite plusieurs expériences sur des mélanges d'alcool absolu et d'eau, en déduisant de la courbe relative à chaque solution alcoolique la température du maximum de densité. On a fait aussi des expériences très-soignées pour la détermination du point de congélation. A ce propos, l'auteur fait observer que le liquide doit être continuellement agité pendant l'expérience: sans cela, on pourrait avoir des indications erronées. En effet, en laissant tranquille la solution sur laquelle on opère il arrive, comme pour l'eau, que sa température peut être abaissée de plusieurs degrés au-dessous du point de congélation, avant que la congélation se manifeste. C'est ce fait qui est arrivé sans doute à M. Recknagel (voir *Repertorium der Physik von Carl*), qui a trouvé — 19 degrés C. pour température de congélation du mélange alcoolique contenant 20 pour 100 d'alcool, tandis que M. Rossetti, par des expériences répétées, a trouvé — 12 degrés C. pour un mélange presque identique. Voici les résultats obtenus :

Poids de l'alcool dissous dans 100gr de dissolution.	Température du maximum de densité.	Température de congélation.
0	4°,12 C.	0°
5,85	3,17	— 2,63 C.
7,80	1,82	— 3,54
9,75	— 0,19	— 4,45
14,62	— 8,48	— 7,47
19,5	»	— 12,10

» La discussion de ces résultats conduit aux conclusions suivantes :

» 1° L'abaissement au-dessous de zéro de la température de congélation, dans les solutions alcooliques, est directement proportionnel à la quantité d'alcool mélangé à l'eau dans les mélanges qui contiennent moins de

10 pour 100 d'alcool. Cet abaissement est de 0°, 45 C. pour chaque gramme d'alcool contenu dans 100 grammes du mélange.

» 2° Dans les mélanges qui contiennent au delà de 10 pour 100 d'alcool, le point de congélation s'abaisse plus rapidement que le poids de l'alcool dissous.

» 3° La température du maximum de densité diffère très-peu de celle de l'eau distillée, pour les mélanges qui contiennent moins de 2 pour 100 d'alcool.

» 4° Dans les mélanges qui contiennent au delà de 2 pour 100 d'alcool, le rapport entre l'abaissement de la température du maximum au-dessous de 4 degrés C. et la quantité de l'alcool dissous n'est pas constant; mais il augmente toujours. La même chose a été rencontrée dans les expériences relatives aux solutions salines, mais dans les mélanges alcooliques les températures du maximum s'abaissent beaucoup plus rapidement.

» 5° La courbe des maxima est une parabole représentée par l'équation

$$y = -0,295\,x + 0,076\,x^2,$$

dont les ordonnées donnent l'abaissement de température du maximum correspondant aux solutions qui contiennent la quantité d'alcool indiquée par les abscisses.

» 6° La solution qui contient 14,4 pour 100 d'alcool a son point de congélation qui coïncide avec la température du maximum, c'est-à-dire — 7°,35 C. »

PHYSIOLOGIE. — *Réponse à une Note précédente de* M. Pettigrew. Lettre de **M. Marey** à M. le Secrétaire perpétuel.

« C'est à regret que j'ai tardé si longtemps à répondre à une Note de M. L.-B. Pettigrew, en date du 18 avril dernier. L'auteur de cette Note revendiquait la priorité de la description du parcours en 8, décrit par l'aile de l'insecte pendant le vol. A l'appui de sa réclamation, l'auteur rappelait divers passages d'un Mémoire qu'il a adressé à l'Académie.

» J'ai pris connaissance de ce Mémoire, et j'ai constaté qu'effectivement M. Pettigrew a vu avant moi, et représenté dans son Mémoire, la forme en 8 du parcours de l'aile de l'insecte; que la méthode optique à laquelle j'avais recours est à peu près identique à la sienne, mais que nous différons entierement sur l'interprétation de la trajectoire que nous avons vue tous

deux. Notre désaccord porte sur le sens du mouvement de l'aile pendant son parcours, sur la cause de ses changements de plan et des inflexions de son trajet, que j'attribue à la résistance de l'air. Enfin, généralisant sa théorie des mouvements de l'aile, l'auteur anglais assigne à l'aile de l'oiseau la même trajectoire qu'à celle de l'insecte, tandis que j'ai montré, dans mes cours au Collége de France (et publié l'an dernier dans la *Revue des cours scientifiques*), que l'aile de l'oiseau se meut suivant une sorte d'ellipse dont le grand axe serait presque vertical.

» En présence de ces désaccords, j'ai cru devoir m'adresser directement à M. Pettigrew, pour lui exposer la complexité du débat, et lui demander comment je pourrais répondre à sa juste réclamation, sans entrer dans une discussion qui compliquerait inutilement la question.

» C'est aujourd'hui seulement que je reçois la réponse du physiologiste d'Édimbourg. Il tient à constater simplement « qu'il a décrit et figuré avant » moi le trajet en 8 des mouvements de l'aile de l'insecte, et la courbe spi» rale et ondulatoire que décrit l'aile chez l'insecte, l'oiseau et la chauve» souris, quand ces animaux volent avec une grande vitesse horizontale. »

» Cette remarque n'avait-elle pas été faite par d'autres naturalistes, personne n'oserait l'affirmer; mais en tout cas, je m'empresse de satisfaire à cette demande légitime, et je laisse entièrement la priorité, sur moi, à M. Pettigrew, relativement à la question ainsi restreinte.

» J'espère pouvoir bientôt soumettre à l'Académie mes expériences sur l'analyse des mouvements de l'oiseau pendant le vol, afin qu'elle puisse juger la valeur des procédés que j'ai employés dans cette détermination. »

GÉOLOGIE. — *Emploi du silicate de potasse pour donner de la solidité aux ossements fossiles.* Note de **M. Farez.**

« La fragilité et la friabilité des ossements fossiles sont des inconvénients sérieux, qui s'opposent fréquemment à la reproduction par le moulage. Les pièces osseuses fossiles qui arrivent dans nos Musées sont souvent en fragments partagés que les préparateurs rétablissent difficilement dans leur état primitif, faute d'une substance adhésive convenable.

» Les divers procédés qui ont été pratiqués jusqu'aujourd'hui présentent des inconvénients nombreux, soit que l'humidité ou la chaleur déterminent le décollage, soit que les substances adhésives laissent un vernis, soit qu'elles empâtent des formes qu'il importe avant tout de respecter. Le procédé de silicatisation des pierres calcaires imaginé par M. Kuhlmann m'a

paru devoir présenter ici une heureuse application. La porosité des pièces et leur nature intime même m'etaient de sûrs garants de réussite.

» J'ai employé des solutions de silicate de potasse à environ 30 degrés Baumé, puis à des états de concentration plus élevée, jusqu'à l'état sirupeux même. C'est ce dernier état qui convient le mieux pour déterminer une prompte adhésion des pièces entre elles. La solution peut, dans ce cas, être appliquée au moyen d'un pinceau que l'on promène sur les surfaces à souder; on rapproche les pièces, on essuie extérieurement, et la suture est à peine apparente. Un ossement d'*Ursus spelœus*, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie et dont les divers fragments ont été réunis de cette façon, prouve que la suture est plus résistante que la matière même de l'os.

» Les pièces très-poreuses et souvent fort délicates, les tissus aréolaires, les squelettes d'oiseaux, de petits rongeurs, etc., plongés à plusieurs reprises dans des solutions plus fluides, et essuyés après chaque opération, acquièrent une dureté et une résistance très-remarquable. Les pièces ainsi préparées résistent à toutes les influences atmosphériques, et n'ont plus à redouter les manipulations auxquelles il faut les soumettre pour leur reproduction par le moulage.

» Le silicate de potasse a le mérite de s'employer à froid, il pénètre facilement les pièces, détermine une solide adhésion des divers fragments: il suffit d'essuyer, à leur sortie du bain, les surfaces plongées dont on veut conserver le mat et l'aspect naturel (1). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Composition du gaz de la Fontaine ardente de Saint-Barthélemy (Isère)*; par **M. F.-M. Raoult.**

« Cette fontaine ardente n'est autre chose qu'une source de gaz inflammable. Elle se trouve à 25 kilomètres sud de Grenoble, sur le territoire de la commune de Saint-Barthélemy, au fond d'un ravin creusé dans un terrain schisteux, et à une altitude d'environ 300 mètres au-dessus de la Gresse, qui coule non loin de là. Lorsque j'y suis allé, le 26 avril dernier, le temps était très-sec; le gaz était allumé; il sortait de terre par une multitude de fentes et par des petits trous, disséminés sur une surface presque verticale, de 1 mètre carré environ; la flamme, en quelques points, atteignait une hauteur de 30 à 40 centimètres; elle était inodore.

---

(1) La solution de silicate de potasse à 35 degrés Baumé vaut aujourd'hui, dans le commerce, 25 centimes le kilogramme.

» Pour recueillir le gaz, j'ai d'abord dû l'éteindre. J'y suis aisément parvenu, en jetant de l'eau sur la terre brûlante; il s'est immédiatement produit des torrents de vapeur, qui ont étouffé le feu. Ce résultat obtenu, un entonnoir de verre fut appliqué sur le trou par où sortait le plus grand jet de flamme; les bords en furent soigneusement recouverts de plâtre, pour le fixer au sol et empêcher les fuites. Environ une heure après, la terre étant refroidie et devenue inodore, la queue de l'entonnoir fut munie d'un tube de caoutchouc et mise ainsi en communication avec un chapelet de tubes effilés aux extrémités, destinés à contenir le gaz. Le courant gazeux fut continué pendant une demi-heure, puis les tubes furent légèrement chauffés, scellés au chalumeau, et séparés.

» Voici la composition de ce gaz :

Acide carbonique	0,58	volumes.
Azote.....................	0,48	»
Oxygène...................	0,10	»
Gaz des marais (CH^4)........	98,81	»
Erreur et perte.............	0,03	»
Somme égale.....	100,00	volumes de gaz *sec*.

» Le gaz analysé est donc du *gaz des marais* à peu près *pur;* les gaz mélangés avec celui-ci sont en si petite quantité, qu'on peut croire leur présence accidentelle. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *La machine à coudre et la santé des ouvrières; par* **M. E. Decaisne.**

« *Conclusions.* — De mes observations, recueillies sur 661 femmes travaillant à la machine à coudre, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les effets du travail à la machine à coudre sur le système locomoteur, ne diffèrent en rien de ceux qui sont produits par tout travail musculaire excessif, exerçant principalement certains membres à l'exclusion de certains autres. En effet, ces douleurs dans les muscles et aux reins, la courbature des cuisses, etc., n'existent pas chez les femmes qui ne travaillent que trois ou quatre heures par jour et disparaissent en général, après un certain temps, chez celles qui travaillent davantage.

» 2° Tout en admettant qu'un travail excessif peut et doit être chez la femme une cause puissante de trouble pour l'estomac, il m'est impossible d'accuser la machine à coudre de ces désordres digestifs qu'on rencontre à Paris, 16 fois sur 20, chez les ouvrières de tous métiers.

» 3° Si l'on compare, comme je l'ai fait, l'état de l'appareil respiratoire chez les ouvrières à la machine et celui des ouvrières qui travaillent à l'aiguille, on trouve que certaines affections des voies respiratoires, comme la dyspnée par exemple, se rencontrent dans la même proportion chez toutes les ouvrières indistinctement.

» 4° Comme influence sur le système nerveux, on a allégué le bruit que fait la machine. S'il est vrai que la trépidation produise un certain malaise dans les commencements, il est vrai aussi, de l'aveu de toutes les ouvrières, qu'elles s'y accoutument bien vite et qu'elle n'a aucun effet sur la santé.

» 5° Sans dire positivement que la machine à coudre soit étrangère à certaines excitations funestes, j'ai été conduit à admettre que les observations publiées à ce sujet et la généralisation qu'on a voulu en tirer n'ont aucune valeur. Là encore, et comme je le démontre dans mon travail, le mal a été rarement le fait de la machine à coudre, et presque toujours j'ai trouvé dans des habitudes antérieures, dans la perversion morale ou dans des troubles physiques particuliers, la raison des excitations auxquelles je fais allusion.

» 6° Une enquête rigoureuse m'a démontré que les ouvrières mécaniciennes n'étaient pas, comme on l'a prétendu, toutes choses égales d'ailleurs, plus sujettes que les autres ouvrières aux métrorrhagies, aux fausses couches, à la péritonite et à la leucorrhée, et que les faits qu'on invoque ne sont que de simples coïncidences et le résultat d'un travail au-dessus des forces de la femme.

» 7° S'il était d'ailleurs démontré que certains reproches faits à la machine à coudre peuvent avoir, dans quelques cas, une raison d'être, ils doivent tomber d'eux-mêmes devant l'emploi généralisé aujourd'hui de la vapeur et des divers moteurs inventés depuis quelques années, soit pour les ateliers, soit même pour les ouvrières en chambre, moteurs dont le prix tend à baisser chaque jour.

» Quant aux machines qui continuent à avoir la femme pour moteur, les machines à pédales isochrones doivent être préférées aux machines à pédales alternatives. On mettra par là les ouvrières à l'abri de toute excitation.

» 8° En somme, nous croyons avoir démontré que la machine à coudre ayant la femme pour moteur, quand elle est employée dans des mesures raisonnables et sans surmener l'ouvrière, comme on le fait trop souvent, n'a pas plus d'inconvénients pour la santé que le travail à l'aiguille. Ce qui

le prouve, c'est qu'il nous a été impossible de constater, sur 28 femmes de 18 à 40 ans, travaillant trois à quatre heures par jour, aucun effet quelconque qu'on pût rapporter à la machine à coudre. »

ANATOMIE. — *Sur le pancréas des poissons osseux, et sur la nature des vaisseaux découverts par Weber.* Note de **M. S. Legouis**, présentée par M. Aug. Duméril.

« La croyance à l'existence, chez les poissons osseux, d'un organe spécial, réservé à la fonction pancréatique, se trouve dans tous les auteurs du commencement du siècle. Depuis lors, cette opinion s'est maintenue dominante, malgré l'impuissance de tous et des plus habiles à isoler cet appareil présupposé. Deux véritables pancréas (*Silurus glanis :* Brandt et Ratzebürg, *Esox lucius :* Alessandrini), et, dans une douzaine d'espèces, des granulations présumées pancréatiques : Brockmann, mais aussi insuffisantes pour un tel rôle que complétement inétudiées au point de vue histologique : tel était, il y a cinq ans, tout l'avoir positif de la science. La seule conclusion plausible était : la non-existence, en général, d'un pancréas, du moins d'un pancréas efficace. On supposait néanmoins la fonction remplie par une extension d'activité des sucs digestifs.

» D'autre part, Weber avait vu se rendre, du foie de la carpe à l'intestin, deux systèmes de canaux, très-différents d'aspect. Il insinue que ce foie pourrait fournir de la bile à l'un et du suc pancréatique à l'autre : conception contradictoire que M. Bernard rejette hautement ; mais l'éminent physiologiste a lui-même retrouvé, sur d'autres espèces, ce second système de tubes, qu'il juge « un appareil inconnu », et que, comme tels, je dénommai « canaux de Weber », au début de mes recherches.

» Elles commencèrent en 1865, je les poursuis encore. Les Cyclostomes, féconds en difficultés et peut-être en singularités étonnantes, étant mis à part, j'ai vu, jusqu'ici, quarante-trois espèces, représentant les familles principales, variées d'habitat et de provenance (Paris, Normandie, aquarium de Concarneau). Enfin, il est telle espèce (Maquereau, Sardine) dont il m'a fallu sacrifier plus de cent individus, pour parvenir à la connaissance un peu détaillée de son système pancréatique. Parmi tant d'observations, il n'y a pas un seul fait dissonant, et toutes celles des auteurs s'expliquent par les miennes sans effort.

» Les canaux de Weber existent dans tous les osseux, toujours invisibles à la manière des lymphatiques moyens, chez la plupart des espèces, nacrés

parfois dans un petit nombre d'autres (Carpe commune, Turbot). On est frappé de les voir s'aboucher constamment au duodenum, plus ou moins près du cholédoque, souvent par une ampoule. Dans quelques espèces à intestin contourné, ils dessinent une arborisation extrêmement étendue et fort élégante (Bar, Muge). Il n'est guère de sinus intestinal où ne se glisse quelque ramuscule de ce système; il s'engage entre les appendices pyloriques (Zée, Maquereau), associe ses principaux troncs au cholédoque, aux veines splénique et mésentérique, à la veine-porte qu'il suit jusque dans la masse du foie; jamais il ne pénètre dans aucun autre viscère; il reste d'ordinaire logé dans l'épaisseur des membranes péritonéales, mais ce qui domine l'histoire de ces tubes, c'est leur relation avec le pancréas.

» Je n'ai pas rencontré d'espèce qui n'en ait un, et même un considérable, quelle que soit la dispersion de ses éléments. Cependant la disposition qu'affecte cette glande est si variable entre espèces voisines, et même entre individus d'une même espèce, elle s'écarte d'ordinaire si profondément des analogies fournies par les autres classes; le plus souvent enfin, l'organe se dissimule si bien dans la masse viscérale, se perd si complétement dans l'intérieur du foie, se cache si parfaitement sous les dépôts graisseux dont il offre presque la couleur, que je ne m'étonne guère de l'insuccès des recherches dont il fut l'objet.

» Les Plagiostomes seuls possèdent un pancréas de tous points semblable à celui des autres vertébrés.

» Pour plus de clarté je distingue trois formes : une disséminée, une diffuse, une massive.

» *Pancréas disséminé.* — Les lames hépatique, splénique et intestinale du péritoine sont, surtout dans quelques espèces (Bar, Lump, Sardine, Prêtre, Loche, etc.), semées de globules glandulaires. Chacun de ces corpuscules est un pancréas, et, généralisant cet énoncé, on peut affirmer que toute glande ou glandule, nettement distincte, le foie excepté, isolée d'ailleurs ou engagée que l'on rencontrera dans les membranes des viscères digestifs abdominaux, quels que soient son aspect, son volume, sa place, est un pancréas; toujours elle sera reliée au duodenum par un appareil excréteur. Dans chaque espèce, la région qu'occupent ces systèmes de glanules paraît invariable, mais la place de chaque grain, non plus que son volume, n'a aucune fixité en général.

» *Pancréas diffus.* — La seconde forme, plus fréquente et plus remarquable, est lamellaire, et rappelle les pancréas du Lapin. C'est, en réalité, une toile glandulaire beaucoup plus légère encore, au point d'être presque

toujours absolument invisible, souvent nue, parfois perdue dans le tissu adipeux. L'étude seule des canaux de Weber pouvait en révéler l'existence; toutefois on arrive, avec l'habitude, à la reconnaître, du premier coup d'œil, dans quelques espèces (Congre, Grondin, Spare, etc.). J'ai constaté, avec étonnement, l'étendue vraiment prodigieuse de cette surface pancréatique; souvent, elle s'étale dans les mésentères (Aiguillette), s'enfonce dans toutes les anses, envoie des expansions rubanées dans les interstices, ou accompagne de préférence les veines (Épinoche), les recouvrant parfois d'une sorte d'enduit, remonte dans la courbure stomachale jusqu'à la membrane diaphragmatique, et se retrouve encore tout près du cloaque, occupe les vides entre les appendices; enfin, on peut dire, sans exagération de certaines espèces (Carangue), que les viscères de la masse gastro-intestinale sont plongés dans un milieu pancréatique. Un peu altéré, ce tissu ressemble à la graisse avec laquelle il a toujours été confondu; en réalité, la graisse fait souvent défaut, toujours le pancréas abonde. La nappe pancréatique se renfle ordinairement au voisinage du chlolédoque et en d'autres points; ce sont autant de foyers à partir desquels elle s'irradie en s'amincissant dans toutes les directions qu'elle trouve ouvertes; elle tapisse très-souvent la vésicule du fiel; il n'est pas rare de la retrouver dans la substance du foie; jamais elle ne tapisse ni ne pénètre aucun autre viscère.

» *Pancréas massif.* — Enfin, quelques rares osseux ont un organe pancréatique semblable à celui des vertébrés supérieurs (Silure, Brochet, Anguille).

» Ces trois formes sont presque toujours associées, au moins deux à deux.

» Je dois d'avoir saisi le plan du pancréas à l'étude des canaux de Weber; ils ne sont, en effet, autre chose que les conduits sécrétoires des deux premières formes pancréatiques. Il n'y a point de rameau Wébérien qui n'aboutisse à un noyau glandulaire, visible ou microscopique. Pour trouver le pancréas invisible d'une espèce non étudiée, c'est toujours le système de Weber que maintenant je cherche d'abord. On comprend que ce système excrétoire ne peut convenir à la forme massive. Les tubes de Weber, n'étant donc que de simples canaux pancréatiques, doivent perdre ici le nom distinctif que j'avais été conduit à leur attribuer tout d'abord.

» J'ai acquis la conviction que chez nombre d'espèces les glandes pancréatique et hépatique sont encore à l'état de progrès dans l'adulte; cela explique la pénétration apparente du pancréas dans le foie. Elle résulte de la rencontre des deux tissus allant l'un au devant de l'autre : l'un, épais et englobant; l'autre, lamellaire, et qui sera nécessairement enveloppé.

» L'idée de relier le tube de Weber au pancréas a donc supprimé deux anomalies, l'existence du tube et l'absence du pancréas.

» J'espère avoir ainsi, avec le secours du *Dominus Deus Scientiarum,* — aussi nécessaire aux plus humbles travaux que pour les plus grandes découvertes, — ramené la synthèse de ce sujet à ces deux lignes : les poissons osseux, comme tous les autres vertébrés, ont un pancréas en rapport avec leur mode d'organisation. »

M. Leray communique à l'Académie une théorie de l'élasticité des milieux, déduite de ce principe que, au sein de l'éther non influencé par les corps environnants, il existe des courants égaux qui se croisent dans toutes les directions.

Il s'attache particulièrement à démontrer que, si un atome d'un milieu élastique se rapproche ou s'éloigne d'un autre atome suffisamment voisin, il en résulte entre eux une force répulsive dans le premier cas et attractive dans le second.

Il annonce que ses calculs conduisent à une expression de cette force élastique, de même forme que celle qui sert de point de départ à la théorie mathématique de l'élasticité.

M. Greil adresse, de Foix, une Note concernant la solution du problème qui consiste à trouver trois nombres entiers, tels que le carré de l'un soit égal à la somme des carrés des deux autres.

M. Trémaux adresse une Note relative à diverses questions concernant les mouvements des planètes, et en particulier à la relation qui existe entre leurs densités et leurs distances au Soleil.

M. Trémaux joint à cet envoi celui des premières épreuves d'un ouvrage qu'il prépare, sur différentes questions de Physiologie générale.

M. P. Guyot adresse une Note « sur la recherche de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, au moyen de l'acide rosolique et du bromomercurate de potasse ».

M. Delaurier adresse la description d'une pile destinée aux sonneries et à la télégraphie.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 9 mai 1870, les ouvrages dont les titres suivent :

Bulletin international de l'Observatoire de Paris, du 1er *au* 30 *avril.* Paris, 1870; in-4°. (Présenté par M. Delaunay.)

Traité de médecine opératoire. Bandages et appareils; par M. CH. SÉDILLOT, Correspondant de l'Institut, *et* M. L. LEGOUEST, 4e édition. Paris, 1870; 2 vol. in-8°, avec figures. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

L'ancienneté de l'homme prouvée par la géologie; par sir Charles LYELL; *traduit, avec le consentement et le concours de l'auteur, par* M. M. CHAPER, 2e édition, revue, annotée et augmentée d'un *Précis de paléontologie humaine par* M. E.-T. HAMY. Paris, 1870; in-8° relié. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Commerce du Puy, t. XXIX, 1868. Le Puy, 1869; in-8°.

Revue des travaux relatifs à la géologie et à la paléontologie de la Suisse pendant l'année 1869; *par* M. E. FAVRE. Genève, 1870; br. in-8°. (Tiré des *Archives de la Bibliothèque universelle.*)

Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers, publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, t. XXXIV, 1867-1870. Bruxelles, 1870; in-4°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Collection in-8°, t. XXI. Bruxelles, 1870; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 38e année, 2e série, t. XXVII *et* XXVIII, 1869. Bruxelles, 1869; 2 vol. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1870, 36e année, 1870; in-12.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, publiées, aux frais de l'État, par le Directeur A. QUETELET, t. XIX. Bruxelles, 1869; in-4°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par M. A. QUETELET, 1870, 37e année Bruxelles, 1869; in-18.

Observations des phénomènes périodiques pendant les années 1867 *et* 1868.

Bruxelles, sans date; br. in-18. (Extrait du tome XXXVIII des *Mémoires de l'Académie royale de Belgique.*)

Notice sur le Congrès statistique de Florence en 1867; *par* M. A. QUETELET. Bruxelles, sans date ; br. in-4°. (Extrait du tome XI du *Bulletin de la Commission centrale de Statistique de Belgique.*)

Physique sociale, ou Essai sur le développement des facultés de l'homme; par M. AD. QUETELET, t. II. Bruxelles et Paris, 1869; 1 vol. in-8°.

Publication du tome XIX des *Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles, et du* tome II *de la nouvelle édition de la Physique sociale. Communication de* M. le Dr HANNOVER, de Copenhague, *sur le phénomène de la menstruation. Notes; par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Congrès international de Statistique des délégués des différents pays. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Statistique internationale de l'Europe : plan adopté par les délégués officiels des différents États, dans la septième session du Congrès international tenu à la Haye en septembre 1869; *par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Notices sur les aurores boréales des 15 *avril et* 13 *mai* 1869, *et sur le bolide observé à Bruxelles le* 31 *mai de la même année. Sur les météores observés à Moncalieri, Lettre de* M. F. DENZA. *Orages observés en Belgique en* 1868 *et* 1869. *Communications de* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date;

Sur les orages observés en Belgique pendant l'année 1868 *et le deuxième trimestre de* 1869; *Communications recueillies par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

Sur les étoiles filantes du mois d'août 1869 *observées à Bruxelles, Note par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; opuscule in-8°.

Note sur l'aurore boréale du 6 *octobre et les orages de* 1869; *par* M. AD. QUETELET. Bruxelles, sans date; br. in-8°.

(Ces sept derniers ouvrages sont extraits des tomes XXVII et XXVIII des *Bulletins de l'Académie royale de Belgique.*)

Étude sur les Diatomacées; par M. Ch. MANOURY. Paris, 1870; br. in-4° avec planches.

Nivellement de précision de la Suisse, exécuté par la Commission géodésique fédérale sous la direction de MM. HIRSCH *et* PLANTAMOUR, 3e livr. Genève et Bâle, 1870; in-4°.

Remarque relative à une Note de M. FLAMMARION *sur la loi du mouvement de rotation des planètes; par* M. G. QUESNEVILLE. Paris, sans date; opuscule in-4°. (2 exemplaires.)

Le mouvement de rotation des planètes; par M. G. QUESNEVILLE. Paris, sans date; opuscule grand in-8°. (Extrait du *Moniteur scientifique.*) (2 exemplaires.)

Chemin de fer entre l'Angleterre et la France au détroit de la Manche. Exposé à l'Empereur. Comité scientifique international. Commission de surveillance, de souscription et d'études. Paris, sans date; br. in-4°.

Proceedings... *Procès-verbaux de la Société royale de Géographie,* t. XIV, n° 1. Londres, 1870; in-8°.

The... *Journal trimestriel de la Société géologique,* t. XXVI, 1re partie, n° 101. Londres, 1870; in-8°.

Records... *Journal du relevé géologique de l'Inde,* t. I, parties 1 à 3; t. II, 1re partie. Calcutta, 1868-1869; 4 br. in-8°.

Memoirs... *Mémoires sur le relevé géologique de l'Inde. Paléontologie indienne.* Calcutta, 1868; in-4° texte et planches.

Memoirs... *Mémoires sur le relevé géologique de l'Inde,* t. VI, 3e partie. Calcutta, 1869; in-8°.

Annual... *Rapport annuel sur le relevé géologique de l'Inde et le Musée géologique de Calcutta,* 1867. Calcutta, 1868; in-8°.

A contribution... *Contributions à l'histoire des Mollusques pélagiques; par* le cap. FRYER. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de la Société asiatique du Bengale.*)

Bullettino... *Bulletin de bibliographie et d'histoire des Sciences mathématiques et physiques, publié par* M. B. BONCOMPAGNI, t. II, novembre 1869. Rome, 1869; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulla... *Sur la scintillation des étoiles; par* M. le prof. L. RESPIGHI. Notes sans lieu ni date; 2 br. in-4°. (Présenté par M. Delaunay.)

Sugli... *Sur les spectres prismatiques des corps célestes,* 3e Mémoire; *par* le P. A. SECCHI. Florence, 1870; in-4°.

Die... *Vaisseaux sanguins du placenta humain à l'état normal et anormal; par* M. J. HYRTL. Vienne, 1870; in-4° avec planches.

Die... *Les bulbes des artères placentaires; par* M. J. HYRTL. Vienne, 1869; in-4° avec planches.

Descripcion... *Description géologique minérale des provinces de Murcie et Albacète; par* MM. Fr. DE BOTELLA *et* DE HORNOS. Madrid, 1868; 1 vol. in-folio avec planches.